

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ В.А.Пасічник

(підпис)

“ _____ ” _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки -

133 Галузеве машинобудування

(код і назва)

на тему: Свердло-зенківка збірна _____

Виконав (-ла): студент (-ка) _____ курсу, групи _____

(шифр групи)

Гирич Андрій Сергійович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник доцент к.т.н Красновид Д. О. _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант _____

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2019 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

[illegible]

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: _____

Київ – 20__ року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Інститут (факультет) Механіко-машинобудівний


Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 133 Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 В.А.Пасічник
(підпис)

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Гуриг Андрій Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Сверло-зенківка збірки

керівник проекту К.Т.Н., Рокитко Крисовий Д.О.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. №__

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту Виробничий матеріал – сталь 40,
Фотвору 10 мм Риска змінна в залежності від типу твердосплавних
пластин – 30°, 45°, 60°. Тип отвору – глухий.

4. Зміст пояснювальної записки Вступ конструкторів збірних інструментів
для обробки отворів. Виробні технологічні схеми виготовлення, роз-
рахунок різальних режимів та критеріїв на оброблення, вибір та розра-
хунок пристроїв, розробка КЛ для верстатів з ЧПК

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових
креслеників, плакатів, презентацій тощо) Вступ конструкторів. Селекцій-
ний креслений інструментар, креслення картки інструментів,
4 отвори технологічного процесу. Пристрої для зрізання
тонких стружкових конусів або посадочних поверхонь
типу твердосплавні пластини. Визначення обробки картку-
са інструментів на верстаті з ЧПК

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв


7. Дата видачі завдання 06.03.2019

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Огляд конструкції інструментів	20.03.19	
2	Розробка конструкції скріплюючих	03.04.19	
3	Вибір та розробка технології виготовлення	17.04.19	
4	Вибір та розробка техн. пристосує	01.05.19	
5	КП дозв. з ЧПК	15.05.19	

Студент

Керівник проекту


(підпис)


(ініціали, прізвище)


(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

З А Т В Е Р Д Ж У Ю
В.А.Пасічник
Від " " 2018 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ

Тема проекту	Сверло зенківка збірне
Зміст проекту	Розробити конструктивний сверла зенківки для оброблення отворів в сталевих заготовках.
Технічні умови до проекту	<ol style="list-style-type: none">1 Матеріал деталі - сталь 40Х2 Глибина отвору - 20 мм3 Тип отвору - глухий4 Різальна частина зенківки - у змінних елементах виконана з твердого сплаву.5 Кількість різових елементів - два6 Кріплення різового елемента - шпindel7 Ступінь точності: середній - пр.
Особливі вимоги	Забезпечити оброблення великої кількості отворів в заготовках із сталі 40.

ЛИСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ
СП	Свердла зенківки зі змінним різальним елементом для оброблення сталевих кріповок на координатно-сверлильних верстатах. Змінні різальні елементи закріплені механічно
ОП	1 Робочий креслення свердла зенківки 2 3D модель свердла зенківки 3
ТС	Чотири технологічні операції з використанням різальних інструментів та траєкторії рухів інструментів: - токарна обробка - фрезерна - свердлильна - шліфувальна
СК	Конструкція пристосування для фрезерування стружкових конусів або пологіх поверхонь під пильником з твердого сплаву.
СП	Розробка КП для верстата з ЧПК, візуалізація процесу обробки
НУ	Завантаження різальних елементів при обробленні
Студент <u>Гиринг А.С.</u> дата " <u>06</u> " <u>03</u> 20 <u>19</u> р. Викладач <u>Трасюков Д.О.</u> дата " <u>06</u> " <u>03</u> 20 <u>19</u> р. <u>[Підпис]</u>	

Прийняті позначення:

СП – стан питання.
 ОП – об'єкт проектування.
 ТС – технологічна складова.

КС – конструкторська складова.
 СП – спеціальна складова.
 НУ – наукова складова.

АНОТАЦІЯ

Метою дипломного проекту є розробка конструкції для обробки отвору та фаски.

Створення та обробку отворів виконують кінцевими інструментами, а саме свердлами. А для утворення фасок використовуються зенківки. Вісь обертання даних інструментів розташовується перпендикулярно до поверхні оброблюваної деталі, що оброблюється. Комбінація цих інструментів дає змогу підвищити продуктивність та технологічність роботи обладнання.

Розроблюємий комбінований інструмент складається з корпусу в який кріпиться твердосплавне свердло та твердосплавних непереточувальних пластинок. Пластинки та свердло кріпляться та притискаються до корпусу за допомогою гвинтів.

Ключові слова: твердосплавне свердло, корпус, змінна різальна пластинка, твердий сплав, режими різання, технологічний процес.

ANNOTATION

The purpose of the diploma project is to develop a design for processing the hole and chamfer.

Creation and processing of holes are performed by ending tools, namely drills. And for the formation of chamfers are used zenkivki. The tool axis of rotation is perpendicular to the surface of the machined part. The combination of these tools allows you to increase the productivity and workmanship of the equipment.

The elaborate combined tool consists of a casing in which solid-alloy drill and hard-alloy non-refractory plates are attached. Plates and drill are fastened and pressed to the housing with screws.

Key words: hard-alloy drill, body, variable cutting plate, solid alloy, cutting modes, technological process.

Зміст

Вступ.....	3
1 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ ІНСТРУМЕНТІВ.....	4
1.1 Конструкції збірних інструментів.....	4
1.2 Способи кріплення різальних елементів.....	7
2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СВЕРДЛО-ЗЕНКІВКА.....	9
2.1 Вибір та обґрунтування матеріалу інструменту.....	9
2.2 Аналіз геометричних параметрів.....	12
2.3 Різальні елементи.....	13
3 ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ІНСТРУМЕНТУ.....	18
3.1 Поняття про технологічний процес виготовлення.....	18
3.2 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	20
3.3 Вибір заготовки для виготовлення державки.....	23
3.4 Технологічний процес виготовлення корпусу інструменту.....	23
3.5 Розрахунок режимів різання.....	27
4 ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРИСТОСУВАННЯ.....	38
4.1 Технологічне пристосування.....	38
4.2 Оправка для закріплення оброблюваної деталі.....	41
4.3 Розрахунок зусилля затиску заготовки в оправці.....	42
5 РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ НА ВЕРСТАТ З ЧПК.....	45
6 ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛ ЩО ДІЮТЬ НА ПРОЕКТУЮЧИЙ ІНСТРУМЕНТ СВЕРДЛО-ЗЕНКІВКА ЗБІРНА.....	46
Висновок.....	49
Література.....	50
Додаток А. Керуюча програма для верстату з ЧПК.....	53
Додаток Б. Специфікація до збірного креслення робочого інструменту.....	61
Додаток В. Специфікація до пристрою спеціального.....	63
Додаток Г. Креслення ділильної головки.....	65

					ДПБ. ММІ. МІ-п6104			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гирич А.С.			Свердло-зенківка збірна	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Красновид Д.О.					3	
						НТУУ КПІ ім. І.Сікорського		
Н. Контр.		.						
Затверд.		Красновид Д.О.						

Додаток Д. Операційні карти.....67

Додаток Е. Ескізні карти.....79

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВСТУП

Сучасні тенденції розвитку машинобудування потребують розвинення прогресивних технологій обробки матеріалів та збільшення продуктивності роботи працівників та використання обладнання, що задіяне на виробництві. Жорстка конкуренція на ринку змушує впроваджувати у виробництво сучасні технології по обробці, що збільшують якість та швидкість виготовлення, разом з цим і досягати зменшення собівартості. Разом з цим підприємство повинно мати змогу максимально швидко переналагоджуватись та змінювати технологічний процес для виготовлення другої номенклатури випускаємої продукції. Це дає змогу швидко закріпитися на ринку та досягти максимального економічного ефекту.

Окрім цього виготовляема продукція повинна задовольняти всі споживчі якості. До них можна віднести такі якості як зносостійкість, точність оброблених поверхонь, невисока вартість, задовільна шорсткість і т.п. Гнучкість виробництва може бути досягнена за рахунок використання гнучких виробничих систем, верстатів з ЧПК чи комбінованих інструментів.

Саме використання комбінованого інструменту дозволяє збільшити продуктивність роботи, точність оброблених поверхонь за рахунок кращої співвідносності елементів. Окрім цього комбіновані інструменти дозволяють знизити собівартість за рахунок використання змінних різальних кромek із твердого сплаву.

Тому в даній дипломній роботі було розглянуто конструкцію збірного інструменту Свердло-зенківка, пораховано припуски на механічну обробку та розроблені режими різання для виготовлення корпусу інструменту. Також розроблено 3D модель інструменту, робочі креслення корпусу та змінних різальних елементів, підібрано оснащення та інструменти для виготовлення розраховуємого корпусу.

						Автори
						3
Візм.	Автори	№ докум.	Підпись	Дата		

1. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ ІНСТРУМЕНТІВ

1.1 Конструкції збірних інструментів

До основних критерій та показників, що визначають конкурентоспроможність випускаємих виробів являються їх технічні показники та відносно невелика вартість. Високу якість випускаємої продукції та швидке переналагодження на її випуск дають гнучкі виробничі системи та багатоопераційні верстати. Але їх висока вартість призводить до збільшення вартості випускаємої продукції, що зменшує конкурентоспроможність. А при використанні автоматичних ліній з великою кількістю обладнання знижується надійність виробництва що в свою чергу сказується на собівартості виготовлення продукції.

Одним із найбільш ефективних шляхів оптимізації виготовлення та зниження собівартості є збільшення концентрації технологічних переходів. Це можливо завдяки використанню комбінованих осьових інструментів.

Комбінований осьовий інструмент має ряд переваг:

- зменшення кількості обладнання для виготовлення деталі, що призводить до зменшення собівартості виготовлення продукції оскільки відбувається економія електроенергії та також менша кількість обладнання та персоналу задіяно в виробництві;
- значною мірою скорочується час на обробку деталі. А саме скорочується основний час за рахунок одночасної обробки декількох поверхонь, час на зміну, підведення та відведення інструментів в точку їх зміни, а також скорочується час на налагодження кожного різального засобу;
- збільшення точності оброблюваних поверхонь та співвісності, оскільки обробка здійснюється одним інструментом, таким чином мінімізується похибка верстата.

Комбінований інструмент не позбавлений і недоліків. Наприклад за рахунок концентрації різальних елементів погіршується відвід стружки та

						Аудит
						4
Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		

збільшується температурне навантаження. Також через збільшення різальних кромок збільшується осьові сили опору. Ці фактори вимагають використання більш жорстких вимог до виготовлення таких інструментів та до матеріалів із яких виготовляється корпуси та різальні елементи комбінованих інструментів. Оскільки за рахунок збільшеного температурного навантаження на інструмент його різальні елементи можуть мати зменшений період стійкості та підвищений знос в порівнянні зі стандартними рішеннями.

Слід зазначити що недоліки, які притаманні комбінованому інструменту в значній мірі проявляються і при використанні одноступінчастих інструментів. Але за рахунок одночасної схеми роботи комбінованих інструментів ці недоліки більше проявляються. За конструкцією комбінований інструмент поділяється на цільні, складальні та насадні. Цільний інструмент виготовляють з одного матеріалу. Слід зазначити що до цільного інструменту слід відносити і інструмент у якого різальна частина виконана з інструментальних сталей, а кріпильна з конструкційної. На рис. 1.1, 1.2 та 1.3 показано приклади таких інструментів.

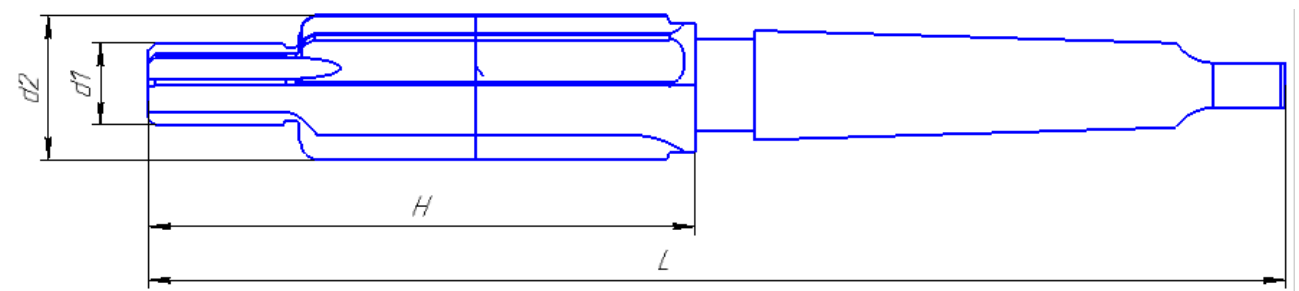


Рисунок 1.1 – Комбінована двухступінчаста розвертка

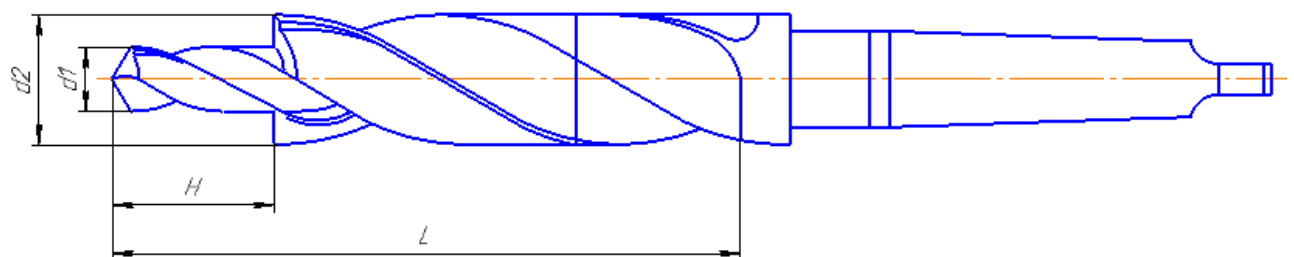


Рисунок 1.2 – Комбіноване двоступінчасте свердло

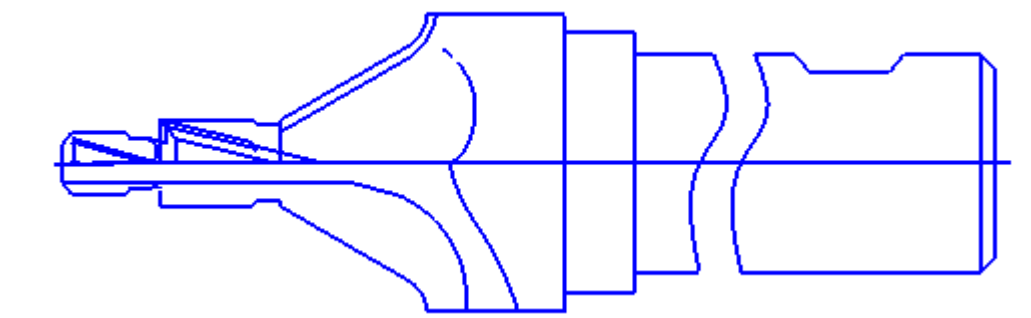


Рисунок 1.3 – Двоступінчаста розвертка з зенківкою

До складальних КІ відносять інструменти, які складаються з корпусу, до якого з допомогою механічного кріплення, зварювання чи пайки кріпляться різальна частина.

Ефективним являється використання комбінованого інструменту з твердосплавними непереточувальними пластинами (рис 1.3). Дані пластини дозволяють з мінімальними затратами та за короткий час отримувати різноманітну комбінацію різальних кромek та отримувати вихідну поверхню. До недоліків слід зазначити що КІ з непереточувальними пластинами мають певну громісткість конструкції за рахунок кріплення пластин до корпусу гвинтами чи іншими механічними прижимами.



Рисунок 1.3 – Комбіновані осьові інструменти з мех. кріпленням різальних елементів

									Автори
Візм.	Автори	№ докум.	Підпис	Дата					6

Комбінований інструмент або набори поєднують в собі декілька інструментів простої конструкції. Перевагою такого інструменту являється поєднання на одній оправці декількох функціональних можливостей обробки поверхонь, а також заміна зношених елементів. До прикладів можна віднести насаджену на свердло зенківка, ступінчасті розвертки та свердла, свердло-циковка.

1.2 Способи кріплення різальних елементів

Способи кріплення інструментів залежать від їх габаритних розмірів, а також типів і конструкційних особливостей, точністю оброблюваних поверхонь і видом робіт що виконуються. Як правило жорстке кріплення мають свердла і зенкери. Розвертки можуть кріпитися як жорстко так і в плаваючому патроні. Тип кріплення також залежить і від жорсткості та точності обладнання, на якому виконується обробка. При високій точності ТЗ розвертка кріпиться жорстко, а при низькій – в плаваючому патроні. В агрегатних верстатах під час обробки отворів зазвичай користуються кондукторами. А при обробці на верстатах з ЧПК чи багатоопераційних, застосування напрямних втулок не спостерігається через недоцільність. В запобіжних патронах досить часто кріплять мітчики для попередження поломки.

Основні схеми різання КІ:

- інструменти з паралельною схемою обробки;
- інструменти з послідовною схемою обробки;
- інструменти з комбінованою схемою обробки.

За паралельною схемою працюють іструменти, що мають схожу методику обробки поверхні (ступінчасті свердла, зенкери, розвертки. За такою схемою можуть працювати і різнотипні інструменти, але за умови що робота ступенів комбінованого інструменту не створює складностей і не заважає роботі ступенів, а також працюють за одними режимами різання та подачами.

Комбінований інструмент з паралельною схемою забезпечують різання дають високу продуктивність за рахунок скорочення машинного часу. До

						Автори
Візм.	Автори	№ докум.	Підпись	Дата		7

недоліків слід віднести концентрацію джерел виділення тепла, а також збільшення складових сил різання. Також ускладнюється відвід стружки та вивід тепла, що вимагає кращого охолодження та підводу більшої кількості МОР в зону обробки. При послідовній же схемі обробки ці недоліки не так виражені, але необхідно змінювати режими різання тоді коли в роботу включається наступна ступінь. Так, наприклад, при роботі КІ свердло-зенківка в роботу спочатку включається свердло утворюючи отвір та вийшовши наскрізь з оброблюваного матеріалу починає роботу зенківка, яка нарізає фаску на щойноутвореному отворі.

Отже комбінований осьовий інструмент в значній мірі підвищує продуктивність та ефективність обладнання, а також збільшує точність та співвісність оброблюваних отворів при здешевленні собівартості випускаємої продукції. Але комбінована схема за рахунок більш щільного положення різальних кромek та, в деяких випадках, ускладнення виводу стружки вимагає більшої уваги до охолодження зони різання та виводу стружки, а також використання більш прогресивних технологій в сфері підводу МОР та її хімічного складу.

						Аудит
						8
Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		

2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СВЕРДЛО-ЗЕНКІВКА

2.1 Вибір та обґрунтування матеріалу інструменту

Проектуючий інструмент «Свердло-зенківка збірна» виконана із корпусу та різальних частин. До різальних частин відносяться твердосплавне свердло та змінні пластинки. Різальні елементи кріпляться гвинтами до корпусу. Для проектування вибраного інструменту вибрані наступні матеріали:

Корпус. Корпус інструменту вирішено виготовляти з конструктивної легованої сталі марки 40Х (ГОСТ 4543-90). Даний матеріал за рахунок наявності хрому має підвищену корозійну стійкість, а також стійкість до деяких хімічних речовин. Також цей матеріал використовують при роботі з переривчастими та інтенсивними динамічними навантаженнями. Характеристики Сталі 40Х можуть бути покращенні при проведенні термічної обробки. Властивості Сталі 40Х приведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад сталі 40Х

Хімічний елемент	%
Кремній (Si)	0,17-0,37
Марганець (Mn)	0,50-0,80
Мідь (Cu), не більше	0,30
Нікель (Ni), не більше	0,30
Сірка (S), не більше	0,035
Вуглець (C)	0,36-0,44
Фосфор (P), не більше	0,035
Хром (Cr)	0,80-1,10

Таблиця 2.2 - Механічні властивості сталі 40Х

Термообробка, стан поставки	Густина, ρ_p , КГ/СМ ³	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	КСУ, Дж/м ²
Прутки. Гартування 860 °С, мастило. Відпуск 500 °С, вода або мастило	7850	780	1000	10	45	59

Хвостова частина корпусу має циліндричну форму розміри якого складають $\varnothing 32h6$ мм та довжину $L=65h14$ мм. Поверхня повинна мати шостий квалітет точності та піддаватися шліфуванню, оскільки вона слугує в якості базуючої поверхні в оправці. На хвостовику присутня лиска, яка слугує для притискання в неї торців гвинтів, які закріплюють корпус в оправці верстату. Дана лиска слугує також і для передачі крутного моменту та запобігає провертанню інструменту в оправці.

Змінні твердосплавні пластинки кріпляться до корпусу за допомогою гвинтів, які виготовлені зі сталі 60Г по ГОСТ 14959-80.

Матеріал ріжучих пластинок. В наш час для механічного оброблення матеріалів дедалі частіше використовують тверді сплави. До їх вмісту входять карбіди вольфраму, титану та танталу. Для зв'язки цих сполук використовують кобальт. Тверді сплави мають велику зносостійкість, теплостійкість та твердість. Інструмент із твердого сплаву має велику зносостійкість та твердість які мало залежать від температури аж до 900...1150 °С. При цьому тверді сплави менш схильні до стирання стружкою за рахунок меншої адгезії з оброблюваним матеріалом.

За рахунок підвищеної стійкості твердого сплаву можна обробити в

3-5 разів більше заготовок ніж в порівнянні з обробкою швидкорізальною сталлю що також містить в своєму складі вольфрам. Один із недоліків твердого сплаву— підвищена крихкість, яка зростає по мірі зменшення кількості кобальту в сплаві.

Твердосплавний інструмент дає змогу обробляти заготовки із загартованих сталей, а також таких матеріалів як фарфор, кераміка, скло та т.п.

						Аудит
						10
Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		

За хімічним складом по ГОСТ 3882-74 тверді сплави розділяють на чотири основних групи:

- Однокарбідні на основі Wc-Co вольфрамові (BK)

Приклад марок: BK3, BK3M, BK4B, BK4, BK6, BK20...

В маркуванні буква «В» вказує на наявність карбіду вольфраму, а «К» - кобальту.

- Двокарбідні на основі Wic-TiC-Co – титановольфрамові (TK)

Сплави даної групи призначені для обробки більш в'язких матеріалів (латунь, сталь)

Приклад марок: T5K10, T14K8, T15K6...

Буква «Т» вказує на наявність в процентному відношенні титану.

- Трикарбідні на основі Wic-TiC-TaC – титанотанталовольфрамові (ТТК)

Цей сплав знайшов застосування під час грубої обробки сталевих поковок. Дані сплави мають вищу зносостійкість, в'язкість та міцність в порівнянні зі сплавами групи ТК. Букви ТТ та цифри після них вказують на сумарний відсоток вмісту карбіду титану і танталу.

Приклад марок: TT7K12, TT20K10, TT8K10, TT20K9...

- Безвольфрамові на основі TiC або Ti(CN) – сплави (БВТС), що використовують як здешевлений замінник раніше перелічених матеріалів.

Приклад марок: TM1, TM3, TH-20, KHT-16

Безвольфрамові тверді сплави мають нижчу ударну в'язкість і теплопровідність, а також зменшену ударну в'язкість в порівнянні з сплавами марки ТК. [5]

Таким чином для обробки заготовок з конструктивної сталі для вибраних режимів обробки слід використовувати двокарбідні сплави марки T14K18

Механічні характеристики твердого сплаву T14K8 (ГОСТ3882-74)

1. Група – титано-вольфрамова
2. Границя міцності при згинанні - 1274 МПа.

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит
						11

3. Густина - $(11,2-11,6) \times 10^3 \text{ кг/м}^3$
4. Твердість - HRA не менше 89
5. Хімічний склад: карбід вольфраму - 68%, титан – 14% кобальт - 18%.
6. Теплопровідність-0,145 кал/см.*с*С
7. Температура червоностійкості °С- 900-1050.

2.2 Аналіз геометричних параметрів

Щоб тіло, обмежене вихідною інструментальною поверхнею, перетворити в працездатний інструмент, необхідно на його різальній частині створити задовільні геометричні параметри відповідно до режимних умов його експлуатації.

Під задовільними величинами геометричних параметрів розуміють такі, які забезпечують найбільшу стійкість інструменту при визначених режимах обробки.

Передні кути, як видно з багатьох досліджень, залежать здебільшого від властивостей оброблюваного матеріалу і матеріалу інструменту. Зі збільшенням міцності та твердості оброблюваного матеріалу і оптимальний передній кут зменшується, а зі збільшенням міцності інструментального матеріалу — збільшується.

При обробці сталей, орієнтовно передній кут приймається $\gamma_m = 0^\circ-3^\circ$. Приймаємо мінімальне значення кута $\gamma_N = 0^\circ$.

Задній кут α є важливим елементом конструкції інструменту. Він слугує для зменшення тертя між задньою поверхнею інструмента і поверхнею різання. Надмірне збільшення заднього кута спричиняє погіршення тепловідводу та зниження міцності різальної частини. Дослідження показали, що оптимальні значення задніх кутів, які забезпечують найвищу стійкість інструменту, визначаються головним чином товщиною зрізу. Оптимальний задній кут збільшується зі зменшенням товщини зрізу. При обробці твердих матеріалів з високою міцністю величини задніх кутів зменшуються, а при обробці великих сплавів — збільшуються.

						Автори
						12
Візм.	Автори	№ докум.	Підпись	Дата		

Для обробки сталі задній кут приймається $\alpha=3^{\circ}-7^{\circ}$. Менші значення вибираються для чорнових, більші - для чистових операцій. Для обробки з шорсткістю $Ra\ 12,5$ приймаємо задній кут $\alpha_N = 5^{\circ}$

Кут нахилу різальної кромки λ впливає на процес стружкоутворення, на співвідношення проєкцій сили різання, на рівномірність процесу різання і на напрямок відведення стружки. Рекомендоване значення кута нахилу різальної кромки λ для різноманітних інструментів знаходиться в межах від 0° до $45^{\circ}-60^{\circ}$.

Для нарізання фаски значення кута нахилу різальної кромки $\lambda = 0^{\circ}$, що забезпечує більш рівномірне точіння, так як кожна пластинка поступово входить і поступово виходить із дотику до заготовки, а контакт з оброблюваною заготовкою відбувається одночасно. [5]

2.3 Різальні елементи

Різальні елементи із твердого сплаву виготовляються шляхом спікання (порошкової металургії). Це дозволяє отримати точність інструменту та його геометричних параметрів і геометрії. Змінні пластини та свердло стаціонарно виготовляються фірмою TaeguTec, що спрощує задачу і дозволяє користуватися стандартними рішеннями із каталогу, що спрощує процес виробництва і дозволяє при зношенні старих, замовити нові різальні елементи, а не виготовляти власноруч. Таким чином заощаджуючи кошти та час.

Для утворення отвору береться твердосплавне свердло моделі CXD 3100-CF (рис. 2.1)

									Аудит
									13
Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата					

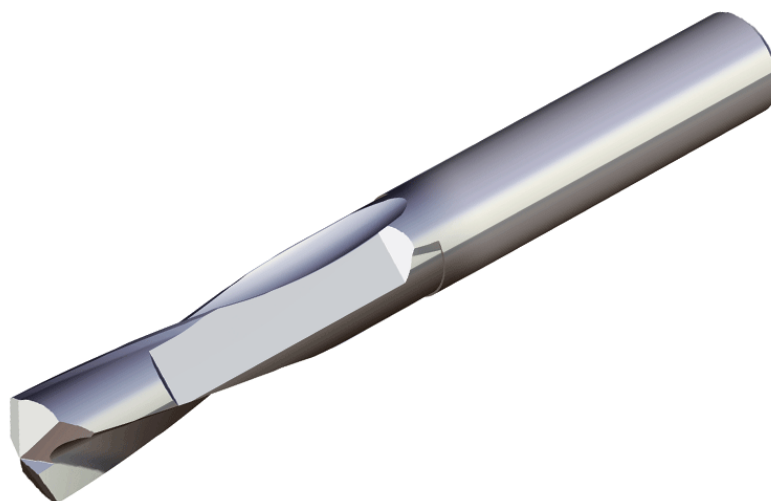


Рисунок 2.1 - Монолітне твердосплавне свердло

Даний тип свердл має різноманіття розмірів та геометричних параметрів, що дозволяє утворювати різні за діаметрами та глибиною отвори з використанням відповідних оправок.

Конструкція свердла передбачає виточки в робочій частині, які слугують для заглиблення різальних пластин, що утворюють фаски. Таким чином попереджується попадання стружки між свердлом та корпусом інструменту чи твердосплавних різальних пластин. Лиска на хвостовику виконує роль посадкового місця під затискний гвинт, який вкручується в корпус та тисне плоским торцем на виточку, таким чином закріплюючи свердло та не дає йому самовільно провертатися навколо своєї осі під час обробки.

В корпусі інструменту для гарного закріплення та захисту від переміщення вздовж осі розташована різьба, в яку вкручується гвинт М10. Він слугує упором, та допомагає здійснювати більш точне налагодження вильоту свердла. Приклад приведено в рис. 2.2.

									Автори
									14
Візм.	Автори	№ докум.	Підпись	Дата					



Рисунок 2.2 - Упорний гвинт фіксації свердла в осьовому переміщенні

Для утворення фасок використовуються стандартні ріжучі пластини із твердого сплаву, які кріпляться гвинтами М3 до корпусу інструменту.

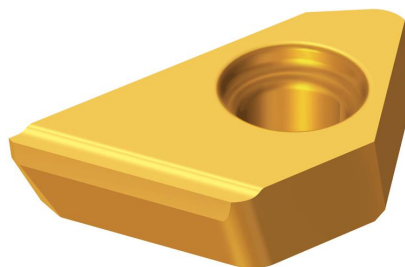


Рисунок 2.3 Твердосплавна ріжуча пластина з покриттям для обробки фасок з кутом 60°

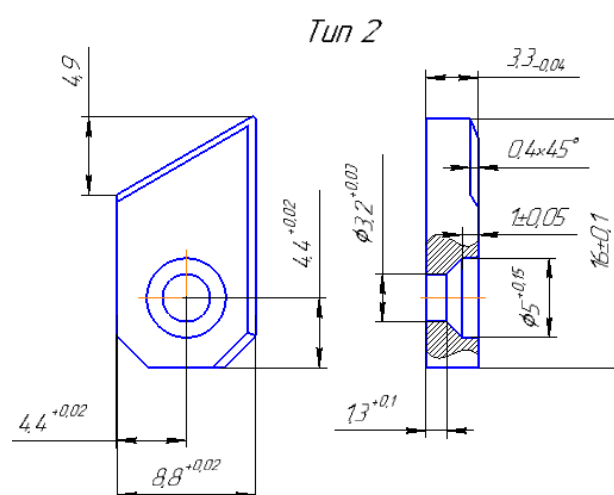
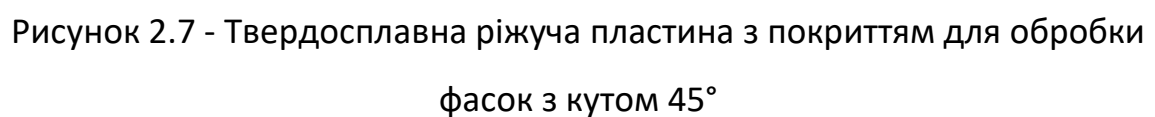
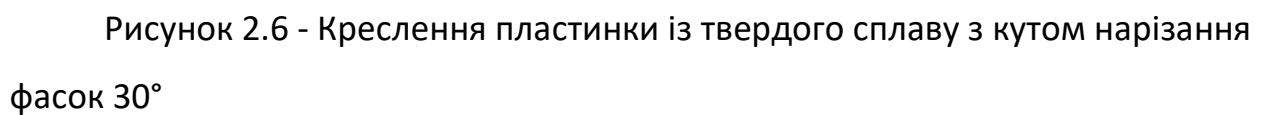
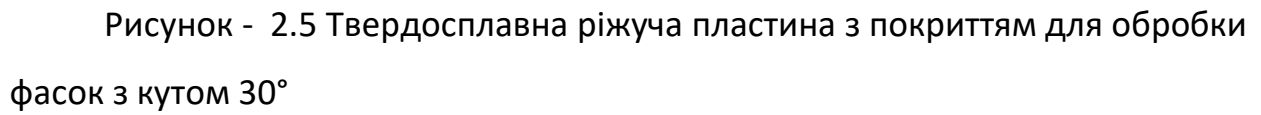


Рисунок 2.4 – Креслення пластинки із твердого сплаву з кутом нарізання фасок 60°

						Адрес
						15
Вісн.	Адрес	№ докум.	Підпис	Дата		



						Адрес
Взам.	Адрес	№ докум.	Получил	Дата		16

3 ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ІНСТРУМЕНТУ

3.1 Поняття про технологічний процес виготовлення

Виробничий процес визначається як сукупність всіх дій людей і знарядь праці, необхідних на даному підприємстві для виготовлення продукції. У нього входять всі етапи переробки продуктів природи в предмети (машини, обладнання, матеріали, будівлі та т.п.), необхідні суспільству або окремій людині.

У машинобудуванні виробничим процесом називають сукупність окремих процесів, здійснюваних для отримання з матеріалів і напівфабрикатів готових виробів. В основу покладено технологічний процес виготовлення виробів. Для його забезпечення необхідні ще допоміжні та обслуговуючі процеси.

Виробничий процес на підприємстві включає:

- отримання і вхідний контроль матеріалів, заготовок, комплектуючих і їх складування;
- підготовку і обслуговування засобів виробництва заготовок (налагодження, регулювання, настройку верстатів та іншого технологічного обладнання);
- внутрішньозаводське транспортування заготовок до робочих місць;
- різні види обробки (механічну, електрофізикохімічної, термічну і т.д.);
- допоміжні процеси (контроль якості деталей, заточку і виготовлення інструменту і оснастки);
- складання виробів, їх випробування та регулювання;
- обробку, забарвлення і упаковку;
- зберігання і відправку готової продукції.

Найкращий результат дає той виробничий процес, в якому всі етапи строго організаційно узгоджені й економічно обґрунтовані.

Технологічним процесом по ГОСТ 3.1109-82 називають частину

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит

виробничого процесу, що містить цілеспрямовані дії по зміні і подальшому визначенню стану предмета виробництва.

Встановлено такі різновиди технологічного процесу: формоутворення, лиття, формування, спікання, гальванопластика, обробка тиском, термічна обробка, електрофізичну, електрохімічна і слюсарна обробка, нанесення покриттів, складання, зварювання, паяння, клепка, склеювання, монтаж, контроль якості виробів, маркування, консервація, запаковування.

Технологічні процеси виконують на робочих місцях за допомогою певного обладнання, оснащення та інструменту, в результаті чого змінюються фізико-хімічні властивості матеріалів, геометрична форма, розміри і відносне положення елементів деталей, якість поверхні, зовнішній вигляд об'єкта виробництва і т.д.

З метою забезпечення найбільш раціонального процесу виготовлення деталі складають план обробки із зазначенням: що, в якому порядку, яким способом і на якій поверхні деталі треба обробляти. У зв'язку з цим весь процес обробки розчленовується на окремі складові частини - операції, які бувають технологічними і допоміжними.

Операцією (технологічною операцією) називають закінчену частину технологічного процесу, виконувану на одному робочому місці одним або декількома робітниками, однією або декількома одиницями автоматичного обладнання.

Операція є основним елементом виробничого планування та обліку. Вона охоплює всі дії обладнання і робітників над одним або декількома спільно оброблюваними (збираються) об'єктами виробництва (заготовками). Заготівля може бути пересунуто або переставлена, але до обробки наступної всі дії, пов'язані з її обробкою, відносяться до однієї операції: наприклад, втулку можна обробити за одну операцію, обточуючи поверхню з одного боку, переставляючи в патроні і обточуючи її з іншого боку. Якщо все втулки даної партії обточують з одного боку, а потім - з іншого, обробку ведуть в дві операції.

На операцію звичайно розробляють і виписують всю облікову, техноло-

						Аудит
Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		

гічну та планову документацію; встановлюють норму часу. Основними технологічними елементами, з яких формується операція, є переходи.

Технологічний перехід - закінчена частина операції, виконувана одними і тими ж засобами технологічного оснащення при постійних режимах і установці.
[1], [25]

Таким чином сукупність всіх операцій та переходів складає загальний технологічний процес виготовлення деталі, який в кінчному результаті на виході дає готовий закінчений виріб з розрахованими геометричними параметрами.

3.2 Розрахунок припусків на механічну обробку

Проводимо розрахунок припусків на механічну обробку для робочої частини оправки розмір якої складає Ø25h9мм.

В якості заготовки вибираємо гарячекатаний прокат марки Сталь 40Х ДСТУ 7806-2015.

Поверхню ø25h9 отримуємо шляхом використання наступних операцій: чорнове та чистове точіння. Базування та установка заготовки відбувається трикулачковому патроні.

Зміщення осі заготовки в результаті похибки центрування визначається по формулі [4]:

$$\Delta_y = 0.25\sqrt{Td^2 + 1}$$

де: Td=1100мкм – допуск на базову поверхню Ø25мм.

$$\Delta_y = 0,25\sqrt{1100^2 + 300^2} = 1818\text{мм}$$

Для наступних переходів величина відхилення заготовки визначається за формулою [4]

$$\Delta_i = \Delta_{\Sigma_2} \cdot K_y$$

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит

де: K_y - коефіцієнт уточнення [4, ст.190].

$$K_y^{\text{т.чор}} = 0,06;$$

$$K_y^{\text{т.чис}} = 0,04;$$

$$\Delta^{\text{т.чор}} = 1818 \cdot 0,06 = 109 \text{мкм};$$

$$\Delta^{\text{т.чис}} = 109 \cdot 0,04 = 4,36 \text{мкм};$$

Отримані дані заносимо до таблиці згідно методики, яка приведена в Таб.3.1.

Визначемо значення припусків:

Перевіримо правильність розрахунків за наступними формулами [4]:

$$2Z_i^{\text{max}} - 2Z_i^{\text{min}} = Td_{i-1} - Td_i$$

$$2Z_{\text{заг}}^{\text{max}} - 2Z_{\text{заг}}^{\text{min}} = Td_{\text{вих.з}} - Td_{\text{дет}}$$

де: $2Z_i^{\text{max}}, 2Z_i^{\text{min}}$ - максимальний і мінімальний припуск на операції;

Td_{i-1}, Td_i - допуск на деталь на даній і на попередній операції;

$2Z_{\text{заг}}^{\text{max}}, 2Z_{\text{заг}}^{\text{min}}$ - мінімальний та максимальний припуск на деталь;

Визначимо мінімальний двохсторонній припуск за формулою [4]:

$$2Z_{\text{min}_1} = 2(R_z + h_0) + \sqrt{\Delta_{\Sigma 0}^2 + \Delta_y^2}$$

$$2Z_{\text{min}}^{\text{т.чис}} = 2(63 + 60) + \sqrt{109^2 + 30^2} = 359,05 \text{мкм};$$

$$2Z_{\text{min}}^{\text{т.чор}} = 2(160 + 200) + \sqrt{1816,93^2 + 60^2} = 2817,92 \text{мкм};$$

Визначення максимальних розрахункових розмірів [4]:

$$D_{\text{max}_i} = D_{\text{min}_i} + TD$$

$$D_{\text{max}}^{\text{т.чис}} = 27,36 + 0.039 = 27,399 \text{мкм};$$

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит

$$D_{max}^{т.чор} = 27,719 + 0.16 = 27,879\text{мкм};$$

$$D_{max}^{заг} = 27,537 + 1.1 = 26.637\text{мкм};$$

Визначимо мінімальні розрахункові розміри [5]:

$$D_{min_{i+1}} = D_{min_i} + 2Z_{min_i}$$

$$D_{min}^{т.чис} = 27,36 + 0,359 = 27,719\text{мкм};$$

$$D_{min}^{т.чор} = 27,719 + 2,818 = 25,537\text{мкм};$$

Визначаємо максимальний припуск [4]:

$$Z_{max_i} = D_{max_{i-1}} - D_{max}$$

$$Z_{max}^{т.чис} = 27,937 - 27,399 = 538\text{мкм};$$

$$Z_{max}^{т.чор} = 46,579 + 27,879 = 3700\text{мкм};$$

Таблица 3.1 – Припуски на оброблення поверхні

Пере-ходи	Елементи припуску				$2Z_{min}$ мкм D_{min}	Розрахун- ковий діаметр d_p , мкм D_{max}	TD, мкм D_{min}	Граничні розміри		Граничні припуски	
	R_z	h	Δ	ε				D_{max}	D_{max}	Z_{max}	Z_{min}
Заготовка	200	300	300	-	-	26.891	1100	21.89	31,63	-	-
Чорнове точіння	63	60	109	60	2818	30,537	160	30,53	27,87	3700	2818
Чистове точіння	20	30	4,4	30	359	27,719	39	27,71	27,39	538	359
Загальний										4238	3177

Перевірка

$$TD_3 - TD_{\Delta} = \sum Z_{max} - \sum Z_{min} ; 1100-39=1061-1612; 1061=1061$$

											Аудит
Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата							

3.3 Вибір заготовки для виготовлення державки

На підприємстві для виготовлення державки Свердло-зенківка збірна використовуємо сталевий гарячекатаний прокат діаметром 37 мм класу Б (підвищеної точності) ГОСТ 2590-88. Марка Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 довжина 270 мм.

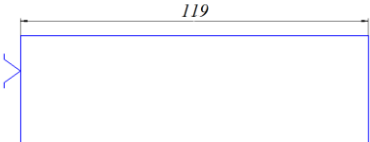
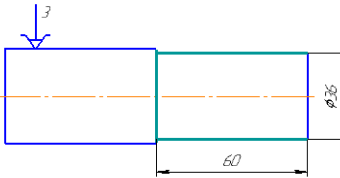
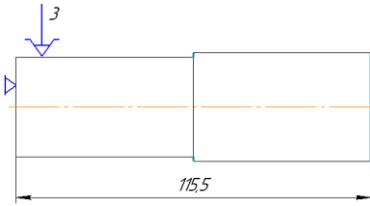
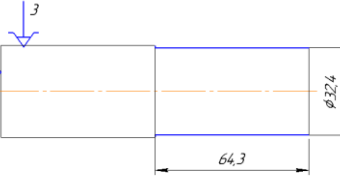
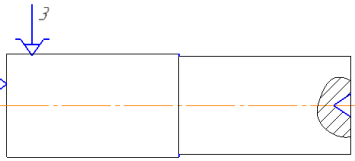
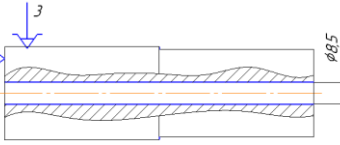
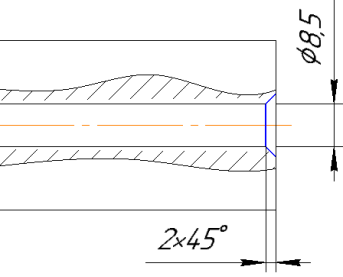
3.4 Технологічний процес виготовлення корпусу інструменту

Технологічний процес характеризується використанням універсального обладнання та верстатів і сумісних пристроїв, а також верстатів з ЧПК, різального та вимірювального обладнання, що необхідні для

Технологічний процес та маршрут обробки деталі з необхідним обладнанням та інструментами приведено в Таб. 3.2.

						Аудит
Візм.	Аудит	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 - Технологічний маршрут виготовлення деталі

№	Найменування Операції	Ескіз операції	Верстат, інструмент	Прийомання
005	Відрізна Відрізати витримуючи довжину 119 мм.		Стрічковий верстат JET HBS- 1321VS, пила стрічкова	Тиски з призмою
010	Токарна Точити D=36мм на довжину L=60мм		Токарно- гвинторізний верстат 16K20; різець прохідний ГОСТ 18879-73	Трьохкулачко- вий патрон
015	Токарна з ЧПК Підрізати торець витримуючи розмір L=115,5		Токарний верстат з ЧПК HAAS VF-1 різець підрізний ГОСТ 18879-73	Трьохкулачко- вий патрон
	Точити начорно витримуючи розміри D=32,4h12 L=64,3мм		Різець прохідний відігнутий $\phi = 45^\circ$ ГОСТ 18877-73	Трьохкулачко- вий патрон
	Центрувати торець		Свердло центрувальне ГОСТ 14952-75	Трьохкулачко- вий патрон
	Свердлити отвір D=8,5 мм на всю довжину		Свердло спіральне ГОСТ 10903-77	Трьохкулачко- вий патрон
	Зенкувати отвір, утворивши фаску 2x45°		Зенківка ГОСТ 14953-80	Трьохкулачко- вий патрон

						Аудит
Визм.	Аудит	№ докум.	Подпись	Дата		

шляхом. Дані залежності дають змогу розрахувати основну частину параметрів, які характеризують процеси різання та отримання заготовок при різних умовах обробки. Окрім цього враховують параметри різального інструменту та його розміри, матеріал інструменту, а також заготовки, обладнання що використовується при обробці деталі.

1. Режим різання при точінні, операція 020:

Токарний верстат з ЧПК HAAS VF-1

а) Підрізати торець, точити зовнішню поверхню $\varnothing 34\text{мм}$.

Інструмент різець токарний прохідний відігнутий ГОСТ 18877-73.

Визначаємо глибину різання для чорнового точіння: $t_{\text{чорн}} = 1 \text{ мм}$,

Назначаємо подачу $S = 0,5\text{мм/об.}$; [21.с.267,табл.12],

Визначаємо швидкість різання [21.с.265]:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t x} \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де: $C_v = 345$, $x = 0,15$, $y = 0,35$, $m = 0,20$;

T – середнє значення стійкості,

$T = 60\text{хв}$;

$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{pv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi_1 v} \cdot K_{rv}$;

де: K_{mv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки на швидкість різання, $K_{mv} = K_{\Gamma}(750/\sigma_B)^{nv} = 1(750/550)^1 = 1,5$;

K_{iv} - коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання, $K_{iv} = 1$;

$K_{pv} = 0,8$; $K_{\phi v} = 0,7$; $K_{\phi_1 v} = 1,0$; $K_{rv} = 1,0$;

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит

Тоді:

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \times 2^{0,15} \times 0,5^{0,35}} \times 0,85 = 152,56 \text{ м/хв} \approx 2,54 \text{ м/с}$$

Визначаємо число обертів за формулою:

$$n = \frac{1000 \times 152,56}{3,14 \times 37} = 1313,26 \text{ хв}^{-1}$$

$$n = 1313 \text{ об./хв.}$$

Оскільки вибраний верстат підтримує безступінчасту зміну обертів шпинделя коректування частоти обертання згідно з паспортом та перерахунок швидкості різання робити не потрібно.

Визначаємо силу різання:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p$$

де C_p , x , y , n визначаємо з [21.с.273,табл.22],

K_p – коефіцієнт, враховуючий фактичні умови різання, визначаємо за [21.с.264,275,табл.9,23],

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 179,5^{-0,15} \cdot 1 = 812,9 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання:

$$N_p = \frac{P_z V_d}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

де: P_z – сила різання;

V_d – дійсна швидкість різання.

$$N_p = \frac{812,9 \times 152,56}{1020 \times 60} = 2,01 \text{ кВт}$$

Розрахуємо основний час на обробку деталі:

$$T_o = \frac{L}{n S_o} i, \text{ хв}$$

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит

де: L – довжина робочого шляху інструмента;

n – частота обертання шпинделя;

S_o – подача на оберт;

i – число проходів

$$L = l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм}$$

l_1 – довжина оброблюємої поверхні;

l_2 – величина врізання;

l_3 – величина перебігу.

Величина перебігу приймається рівною 2...5 мм. В нашому випадку $l_3 = 5$.

$$T_o = \frac{159}{656.5} = 0,21, \text{ хв}$$

б) Точити циліндричну поверхню $\varnothing 25,2 \text{ мм}$.

Інструмент різець токарний прохідний ГОСТ 18879-73.

Для чорнового точіння:

Визначаємо глибину різання для чорнового точіння: $t_{\text{чорн}} = 1 \text{ мм}$,

Назначаємо подачу $S = 0,5 \text{ мм/об.}$; [21.с.267, табл.12],

Визначаємо швидкість різання [21.с.265]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

де: $C_v = 345$, $x = 0,15$, $y = 0,35$, $m = 0,20$;

T – середнє значення стійкості,

$T = 60 \text{ хв}$;

$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{pv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi_1 v} \cdot K_{rv}$;

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит

де: K_{mv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки на швидкість різання, $K_{mv} = K_{\Gamma}(750/\sigma_b)^{nv} = 1(750/550)^1 = 1,5$;

K_{iv} – коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання, $K_{iv} = 1$;

$$K_{pv} = 0,8; \cdot K_{\phi v} = 0,7; K_{\phi 1 v} = 1,0; \cdot K_{\Gamma v} = 1,0;$$

Тоді:

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \times 2^{0,15} \times 0,5^{0,35}} \times 0,85 = 152,56 \text{ м/хв} \approx 2,54 \text{ м/с}$$

Визначаємо число обертів за формулою:

$$n = \frac{1000 \times 152,56}{3,14 \times 25,2} = 1943,44 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо $n = 1943 \text{ об./хв}$.

Визначаємо силу різання:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p$$

де C_p , x , y , n визначаємо з [21.с.273,табл.22],

K_p – коефіцієнт, враховуючий фактичні умови різання, визначаємо за [21.с.264,275,табл.9,23],

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 179,5^{-0,15} \cdot 1 = 812,9 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання:

$$N_p = \frac{P_z V_d}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

де: P_z – сила різання;

V_d – дійсна швидкість різання.

$$N_p = \frac{812,9 \times 152,56}{1020 \times 60} = 2,01 \text{ кВт}$$

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит

Розрахуємо основний час на обробку деталі:

$$T_o = \frac{L}{nS_o} i, \text{ хв}$$

де: L – довжина робочого шляху інструмента;

n – частота обертання шпинделя;

S_o – подача на оберт;

i – число проходів

$$L = l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм}$$

l_1 – довжина оброблюємої поверхні;

l_2 – величина врізання;

l_3 – величина перебігу.

Величина перебігу приймається рівною 2...5 мм. В нашому випадку $l_3 = 2$.

$$T_o = \frac{28,5}{971,72} * 9 = 0,26, \text{ хв}$$

Режим різання при свердлінні, операція 020:

Інструмент свердло спіральне $\varnothing 9$ мм ГОСТ 10903-77.

Визначаємо глибину різання для свердління: $t = 0,25$ мм,

Назначаємо подачу $S = 0,06$ мм/об.; [21.с.277,табл.25],

Визначаємо швидкість різання [21.с.276]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де: $C_v = 7$, $y = 0,7$, $m = 0,2$, $q = 0.4$; [21.с.278,табл.28],

T – середнє значення стійкості,

$T = 25$ хв; [21.с.279,табл.30],

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv};$$

де: K_{mv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки на швидкість різання, $K_{mv} = K_{\Gamma}(750/\sigma_B)^{nv} = 1,2(750/655)^{1,75} = 1,52$;

K_{iv} - коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання, $K_{iv} = 1$;

K_{lv} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління, $K_{lv} = 1$ [21.с.280,табл.31].

$$V = \frac{7 \cdot 4^{0,4}}{25^{0,2} \times 0,06^{0,7}} \times 1,52 \times 1,1 = 28,51 \text{ м/хв} \approx 0,48 \text{ м/с}$$

Розрахуємо крутний момент та осьову силу [21.с.277]:

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p;$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p;$$

Значення коефіцієнтів та показників степенів беремо з [21.с.281,табл.32]:

Для крутного моменту:

$$C_M = 0,0345; q=2; y=0,8.$$

Для осьової сили:

$$C_p = 68; q=1; y=0,7.$$

K_p – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, в даному випадку залежить тільки від матеріалу оброблюваної заготовки [21.с.264,табл.9]:

$$K_p = 1$$

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 4^2 \cdot 0,06^{0,8} \cdot 0,9 = 0,52 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 4^1 \cdot 0,06^{0,7} \cdot 0,9 = 341,6 \text{ Н};$$

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит

Частота обертання інструменту:

$$n = \frac{1000 \times 28,51}{3,14 \times 9} = 1007,4 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо $n=1007$ об/хв.

Розрахуємо потужність різання [21.с.280]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,52 \cdot 1007}{9750} = 0,054 \text{ кВт};$$

Розрахуємо основний час на обробку деталі:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{80}{1007 \cdot 0,06} = 0,26, \text{ хв}$$

Режим різання при зенкуванні, операція 020:

Інструмент зенківка спіральна $\varnothing 9,8$ мм ГОСТ 10903-77.

Визначаємо глибину різання для свердління: $t = 0,2$ мм,

Назначаємо подачу $S = 0,04$ мм/об.; [21.с.278,табл.25],

Визначаємо швидкість різання [21.с.276]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де: $C_v = 7$, $y = 0,7$, $m = 0,2$, $q=0.4$; [21.с.278,табл.28],

T – середнє значення стійкості,

$T = 35$ хв; [21.с.279,табл.30],

$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}$;

де: K_{mv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки на швидкість різання, $K_{mv} = K_T(750/\sigma_B)^{nv}=1,2(750/655)^{1.75}=1,52$;

K_{iv} - коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання, $K_{iv} = 1$;

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит

K_{lv} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління, $K_{lv}=1$
[21.с.280,табл.31].

$$V = \frac{7 * 4^{0,4}}{35^{0,2} \times 0,04^{0,7}} \times 1,52 \times 1,1 = 25,84 \text{ м/хв} \approx 0,43 \text{ м/с}$$

Розрахуємо крутний момент та осьову силу [21.с.277]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p;$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p;$$

Значення коефіцієнтів та показників степенів беремо з [21.с.281,табл.32]:

Для крутного моменту:

$$C_M = 0,0345; q=2; y=0,8.$$

Для осьової сили:

$$C_p = 68; q=1; y=0,7.$$

K_p – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, в даному випадку залежить тільки від матеріалу оброблюваної заготовки [21.с.264,табл.9]:

$$K_p = 1$$

$$M_{кр} = 10 * 0,0345 * 9,8^2 * 0,04^{0,8} * 0,9 = 1,16 \text{ Н} * \text{м}$$

$$P_0 = 10 * 68 * 9,8^1 * 0,04^{0,7} * 0,9 = 712,2 \text{ Н} * \text{м}$$

Частота обертання інструменту:

$$n = \frac{1000 \times 25,84}{3,14 \times 9,8} = 839,79 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо $n=840$ об/хв.

Розрахуємо потужність різання [21.с.280]:

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{1,16 * 840}{9750} = 0,1 \text{ кВт};$$

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит

Розрахуємо основний час на обробку деталі:

$$T_o = \frac{L}{n * S} = \frac{81}{1007 * 0,04} = 0,25, \text{ хв}$$

Для чистового точіння:

Точити циліндричну поверхню $\varnothing 25\text{мм}$.

Визначаємо глибину різання для чистового точіння: $t_{\text{чист}} = 0,1\text{мм}$.

Назначаємо подачу $S = 0,36\text{мм/об.}$; [21.с.268,табл.15],

Визначаємо швидкість різання [21.с.265]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де: $C_v = 340$, $x = 0,15$, $y = 0,45$, $m = 0,20$;

T – середнє значення стійкості,

$T = 60\text{хв}$;

$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{pv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi_1 v} \cdot K_{rv}$;

де: K_{mv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки на швидкість різання, $K_{mv} = K_{\Gamma}(750/\sigma_B)^{nv} = 1,2(750/655)^{1.75} = 1,52$;

K_{iv} - коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання, $K_{iv} = 1$;

$K_{pv} = 0,8$; $K_{\varphi v} = 0,7$; $K_{\varphi_1 v} = 1,0$; $K_{rv} = 1,0$;

Тоді:

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \times 0,1^{0,15} \times 0,36^{0,45}} \times 1,52 \times 0,8 \times 0,7 = 283,73\text{м/хв} \approx 4,72\text{м/с}$$

Визначаємо число обертів за формулою:

$$n = \frac{1000 \times 283,73}{3.14 \times 25} = 3733,3 \text{ хв}^{-1}$$

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит

$n = 3733 \text{ об./хв.}$

Визначаємо силу різання:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p$$

де C_p , x , y , n визначаємо з [21.с.273,табл.22],

K_p – коефіцієнт, враховуючий фактичні умови різання, визначаємо за [21.с.264,275,табл.9,23],

Визначаємо осьову силу:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 179,5^{-0,15} \cdot 1 = 247,9 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання:

$$N_p = \frac{247,9 \times 283,73}{1020 \times 60} = 1,15 \text{ кВт}$$

Розрахуємо основний час на обробку деталі:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{26,3}{3733 \cdot 0,36} \cdot 2 = 0,04, \text{ хв}$$

В цьому розділі ми розрахували режими різання згідно довіднику, склали технологічний процес з дотриманням всіх рекомендацій обробки деталей та підбору оброблюємого обладнання з досягненням найбільшої економічної вигоди та мінімальними затратами часу на виготовлення деталі. Також провели аналіз технологічного процесу та внесли певні поправки задля кращої оптимізації.

						Аудит
Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		

4. ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРИСТОСУВАННЯ

4.1 Технологічне пристосування

Ділильна головка з вертикальною віссю використовується в якості додаткового оснащення фрезерних верстатів для виконання робіт, що пов'язані з закріпленням в них заготовок та періодичного повороту на заданий кут повороту на рівні частини, чи безперервного обертання під час обробки гвинтових канавок. Ділильні головки також застосовують і для розмітки чи контролю операцій, в яких задіяна операція повороту на необхідний кут.

Обробка з використанням ділильних головок може виконуватися шляхом затискання заготовки в патронах, центрах чи оправках. Даний пристрій призначений для установки в ньому та закріплення заготовок в трикулачковому патроні або змінних накладок чи кріплення що установлюється на планшайбі та кріпиться гвинтами. Саме останній варіант вирішено застосовувати для обробки вибраного інструменту Свердло-зенківка, а саме закріплення за хвостовик оправкою та фрезерування стружкових канавок, посадочних місць під твердосплавні пластини та свердління і подальшого нарізання різьб в виконаних отворах. Конструкція ділильної головки передбачає ділення заготовки на 12 секцій що складає поворот рівний 30° , що повністю задовольняє наші потреби.

Застосовується для періодичного повороту закріпленої в неї деталі та ділення на кути при обробці (фрезерування шліців, багатогранників, зубчастих коліс і т.д.).

На рис. 4.1 приведено зображення з розрізами ділильної головки.

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит

Ділильна головка кріпиться спеціальними гвинтами, що вставляються в Т-образні пази стола фрезерного верстата і затискаються гайками, таким чином притискаючи її до стола фрезерного верстата. Також для запобігання переміщення ділильної головки по столу під дією сил різання використовують пазові сухарі, які входять в Т-образні пази.

						Адрес
Визм.	Адрес	№ докум.	Получил	Дата		

						Аудит
Вісн.	Аудит	№ докум.	Підпис	Дата		

де, $l = 14d$ – відстань від осі гвинта до точки прикладення сили Q ;

d – нормальний зовнішній діаметр різьби, мм;

r_{cp} - середній радіус різьби гвинта, мм;

$\alpha = 2-3^\circ$ - кут підйому гвинта різьби;

$\varphi_{пр}$ – приведений кут тертя різьбової пари ($\varphi_{пр}=6^\circ$);

$f = 0,1-0,15$ – коефіцієнт тертя між при плоскому контакті гвинта та затискаємої деталі;

r – радіус циліндричної частини нижнього кінця гвинта, ($r=9$ мм);

$$W = \frac{20 \cdot 140}{9,5 \cdot 0,17 + 0,67 \cdot 0,12 \cdot 9} = 1301,72 \text{ Н}$$

Оскільки в вибраній конструкції для затиску використовується два гвинти тож розраховане зусилля що діє на заготованку подвоюється.

Таким чином $W = 2603,44$ Н.

Необхідне зусилля для затиску деталі складає $P = 2143,3$ Н

Робимо порівняння $W > P = 2603,44 > 2143,3$

Висновок: вибране пристосування та спосіб кріплення задовольняють технологічну складову, поєднує в собі простоту і надійність конструкції з дотриманням необхідної сили затиску.

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит

5. РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ НА ВЕРСТАТ З ЧПК

У зв'язку із значним розвитком та впровадженням у виробництво верстатів з числовим програмним керуванням, а також їх підвищена точність та швидкість обробки до використання у виробництві для виготовлення корпусу інструменту Свердло-зенківка цільна використовувати токарний верстат з ЧПК. Це рішення дозволяє спростити виконання складних операцій з великою кількістю технологічних переходів та зменшує час на зміну інструментів, оскільки верстати з ЧПК обладнані револьверними головками чи інструментальними магазинами, що дозволяє в значній мірі збільшити кількість установки використовуваних інструментів і цим самим значно зменшити простої обладнання та верстату на налагодження та ручну зміну інструменту.

Для процесу виготовлення деталі на таких верстатах достатньо написати керуючу програму, завантажити її в пам'ять керуючого комп'ютера, встановити заготованку та запустити верстат.

Для написання керуючої програми для верстату ЧПК було використано програмне середовище Fusion 360 в якому створили 3D модель розробляємої деталі, задали режими обробки, вибрали необхідний інструмент та його траєкторію. В наслідок цих дій було виконано процес моделювання обробки та написано код керуючої програми, що підходить для вибраної моделі верстату.

						Аудит
Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		

6. ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛ ЩО ДІЮТЬ НА ПРОЕКТУЮЧИЙ ІНСТРУМЕНТСВЕРДЛО-ЗЕНКІВКА ЗБІРНА

В процесі свердління отвору та нарізання фасок на різальні частини інструменту діє осьова P_0 сила та крутний момент $M_{кр.}$.

Так як свердло та пластинки використовуємо стандартні, режими різання призначаємо згідно з рекомендаціями виробника, а саме для свердління сталі приймаємо такі параметри:

- Подача - $S_o = 0.6$ мм/об;
- Швидкість різання – $V = 170$ мм/хв;
- Частота обертання – $n = 5114$ хв⁻¹.

Крутний момент та осьова сила:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p;$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p;$$

Значення коефіцієнтів та показників степенів беремо з [21.с.281,табл.32]:

Для крутного моменту:

$$C_M = 0,0345; q=2; y= 0,8.$$

Для осьової сили:

$$C_p = 68; q=1; y=0,7.$$

K_p – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, в даному випадку залежить тільки від матеріалу оброблюваної заготовки [21.с.264,табл.9]:

$$K_p = 1$$

$$M_{кр} = 502,59 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_0 = 1260,31 \text{ Н}$$

Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		Аудит

Розрахуємо потужність різання [21.с.280]:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} * n}{9750} = \frac{502 * 5414}{9750} = 0,278 \text{ КВТ};$$

Згідно цих розрахунків проводимо моделювання на прикладених навантаженнях на інструмент в програмному середовищі Fussion 360.

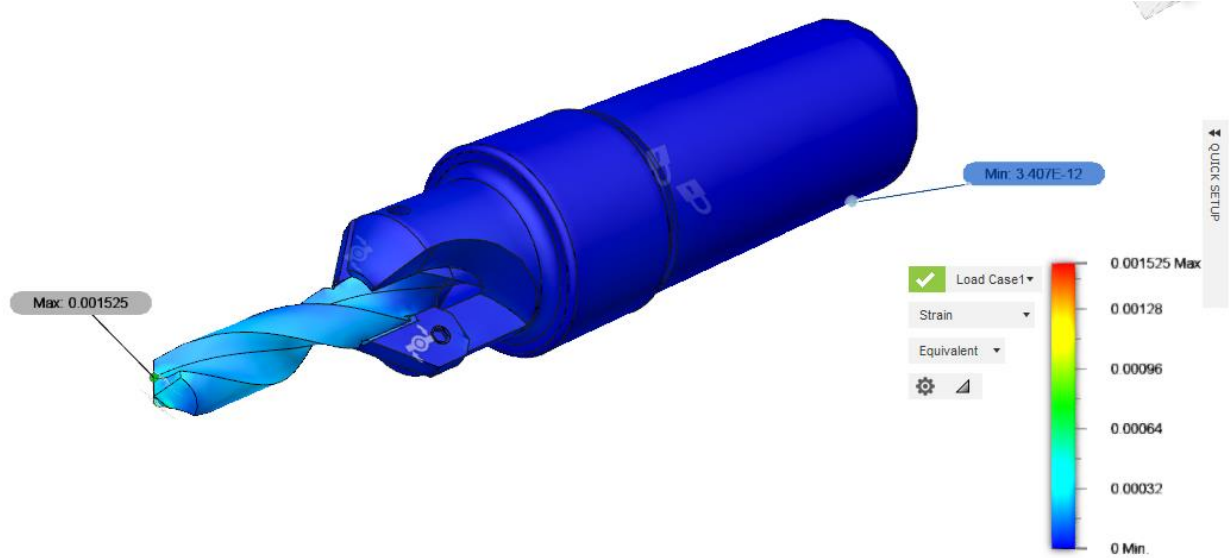


Рисунок 6.1 – Моделювання деформації на згин

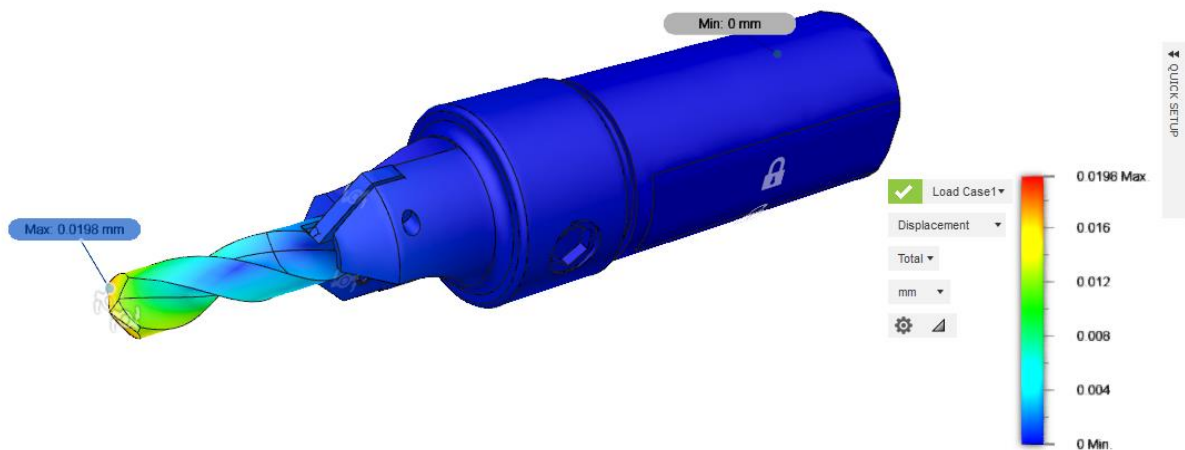


Рисунок 6.2 – Деформація на зсув інструменту

						Адрес
Вісн.	Адрес	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

В даній дипломній роботі було виконано огляд конструкції збірних інструментів для обробки отворів та зроблено висновки з приводу використання рішень компонуванні інструменту та його геометричних параметрів. Розробили конструкцію корпусу інструменту та розрахунок режимів різання для його виготовлення, а також припусків на обробку, створення технологічного процесу та підбір необхідного обладнання та інструментів. Задля досягнення більшої точності було прийнято рішення про використання токарного верстату з ЧПК. Створено відповідну керуючу програму для обробки корпусу, а також спроектовано та розраховано пристрій для закріплення та оброблення стружкових канавок та місць під твердосплавні пластини. Також було проведено аналіз навантажень на інструмент з допомогою програмного середовища Fussion 360.

						Автори
Візм.	Автори	№ докум.	Підпись	Дата		

Список використаних джерел

1. https://stud.com.ua/36289/tovaroznavstvo/ponyattya_virobnichiy_tehnologichnomu_protsehu_struktura#13
2. Болотин Х.Л. Станочные приспособления. – М.: Машиностроение, 1973. – 344с.
3. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений – М.:Высшая школа, 1980. – 240с.
4. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков – Л.: Машиностроение, 1975. –655с.
5. Барсов А.С. Технология инструментального производства. – М.: Машиностроение, 1977. – 272с.
6. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений – М.:Высшая школа, 1980. – 240с.
7. Блюмберг В.А. Справочник фрезеровщика – Л.: Машиностроение, 1984. – 288с.
8. Болотин Х.Л. Станочные приспособления. – М.: Машиностроение, 1973. – 344с.
9. Горбачев А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Высшая школа, 1985. – 656с.
10. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1979. – 303с.
11. Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов– М.: Машиностроение, 1984. – 272с.
12. Кирсанов Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов. – М.: Машиностроение, 1986. – 288с.
13. Косилов А.Г. Справочник технолога-машиностроителя Т.1. – М.: Машиностроение, 1985. – 656с.

						Аудит
Візм.	Аудит	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

						Аудит
Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		

Додаток А. Керуюча програма до верстату з ЧПК

КП на операцію 020. Верстат – токарний моделі HAAS VF-1

						Автори
Візм.	Автори	№ докум.	Підпись	Дата		

%

O1001

N10 G98 G18

N11 G21

N12 G50 S6000

N13 M31

N14 G53 G0 X0.

(Face3)

N15 T1414

N16 G99

N17 M22

N18 G97 S507 M3

N19 G54

N20 M8

N21 G0 X67. Z5.

N22 G50 S5000

N23 G96 S107 M3

N24 G0 Z-1.836

N25 X47.

N26 G1 X39.828 F0.127

N27 X37. Z-3.25

N28 X-1.588

N29 X1.241 Z-1.836

N30 G0 X67.

N31 Z5.

N32 G97 S507 M3

N33 M9

N34 G53 X0.

(Profile1)

N35 M1

N36 T1313

N37 G99

N38 M22

N39 G97 S596 M3

N40 G54

N41 M8

N42 G0 X57. Z5.

N43 G50 S2900

N44 G96 S107 M3

N45 G0 Z1.414

N46 X38.803

N47 G1 X37.828 F0.127

N48 X35. Z0.

N49 Z-30.661

N50 G18 G3 X36. Z-32.544 I-3.294 K-1.882

N51 G1 X37.

N52 X41.

N53 G0 Z1.414

N54 X35.828

N55 G1 X33. Z0. F0.127

N56 Z-29.522

N57 G3 X36. Z-32.54 I-2.294 K-3.022

N58 G1 X38.828 Z-31.126

N59 G0 Z1.414

N60 X33.828

N61 G1 X31. Z0. F0.127

N62 Z-28.977

N63 G3 X34. Z-29.977 I-1.294 K-3.566

N64 G1 X36.828 Z-28.563

N65 G0 Z1.414

N66 X31.828

N67 G1 X29. Z0. F0.127

N68 Z-28.761

N69 G3 X32. Z-29.201 I-0.294 K-3.782

N70 G1 X34.828 Z-27.787

N71 G0 Z1.414

Візм.	Автори	№ докум.	Підпись	Дата		Автори

N72 X29.828

N73 G1 X27. Z0. F0.127

N74 Z-11.538

N75 Z-11.544

N76 Z-28.75

N77 X28.412

N78 G3 X30. Z-28.834 K-3.794

N79 G1 X32.828 Z-27.42

N80 G0 Z1.414

N81 X27.828

N82 G1 X25. Z0. F0.127

N83 Z-9.801

N84 X25.949 Z-10.275

N85 G3 X27. Z-11.544 I-1.268 K-1.268

N86 G1 X29.828 Z-10.13

N87 G0 Z1.414

N88 X25.828

N89 G1 X23. Z0. F0.127

N90 Z-8.801

N91 X25.949 Z-10.275

N92 X26. Z-10.301

N93 X28.828 Z-8.887

N94 G0 Z1.414

N95 X23.828

N96 G1 X21. Z0. F0.127

N97 Z-7.801

N98 X24. Z-9.301

N99 X26.828 Z-7.887

N100 G0 Z1.414

N101 X21.828

N102 G1 X19. Z0. F0.127

N103 Z-6.801

N104 X22. Z-8.301

N105 X24.828 Z-6.887

N106 G0 Z1.414

N107 X19.828

N108 G1 X17. Z0. F0.127

N109 Z-5.801

N110 X20. Z-7.301

N111 X22.828 Z-5.887

N112 G0 Z1.414

N113 X17.828

N114 G1 X15. Z0. F0.127

N115 Z-4.801

N116 X18. Z-6.301

N117 X20.828 Z-4.887

N118 G0 Z1.414

N119 X15.828

N120 G1 X13. Z0. F0.127

N121 Z-3.801

N122 X16. Z-5.301

N123 X18.828 Z-3.887

N124 G0 Z1.414

N125 X13.828

N126 G1 X11. Z0. F0.127

N127 Z-2.801

N128 X14. Z-4.301

N129 X16.828 Z-2.887

N130 G0 Z1.414

N131 X11.828

N132 G1 X9. Z0. F0.127

N133 Z-2.274

N134 G3 X10.949 Z-2.775 I-0.294 K-1.77

N135 G1 X12. Z-3.301

N136 X14.828 Z-1.887

N137 G0 Z1.414

N138 X9.828

N139 G1 X7. Z0. F0.127

Візм.	Адрес	№ докум.	Підпись	Дата		Адрес

N140 Z-2.296

N141 X7.9 Z-2.257

N142 X8.212 Z-2.25

N143 X8.412

N144 G3 X10. Z-2.435 K-1.794

N145 G1 X12.828 Z-1.021

N146 G0 Z1.414

N147 X7.828

N148 G1 X5. Z0. F0.127

N149 Z-2.384

N150 X7.9 Z-2.257

N151 X8. Z-2.253

N152 X10.828 Z-0.839

N153 G0 Z1.414

N154 X5.828

N155 G1 X3. Z0. F0.127

N156 Z-2.471

N157 X6. Z-2.34

N158 X8.828 Z-0.926

N159 G0 Z1.414

N160 X4.338

N161 G1 X1.51 Z0. F0.127

N162 Z-2.536

N163 X4. Z-2.427

N164 X6.828 Z-1.013

N165 G0 Z1.414

N166 X2.848

N167 G1 X0.02 Z0. F0.127

N168 Z-2.602

N169 X2.51 Z-2.493

N170 X5.338 Z-1.078

N171 G0 Z-1.365

N172 G1 Z-1.836 F0.127

N173 X1 241

N174 X-1.588 Z-3.25

N175 Z-3.676

N176 X8.074 Z-3.253

N177 X8.212 Z-3.25

N178 X8.412

N179 G3 X9.535 Z-3.482 K-0.794

N180 G1 X24.535 Z-10.982

N181 G3 X25. Z-11.544 I-0.561 K-0.561

N182 G1 Z-29.044

N183 G2 X26.412 Z-29.75 I0.706 K0.

N184 G1 X28.412

N185 G3 X34. Z-32.544 K-2.794

N186 G1 X36.828 Z-31.13

N187 X37.571

N188 G0 X57.

N189 Z5.

N190 G97 S596 M3

N191 M9

N192 G53 X0.

(Drill1)

N193 M1

N194 T101

N195 G98

N196 M22

N197 G97 S3230 M3

N198 G54

N199 G0 X0. Z0.

N200 G17

N201 G0 Z12.75

N202 G81 X0. Z-70.75 R12.75 F727.

N203 G80

N204 Z0.

N205 G53 X0.

Візм.	Адрес	№ докум.	Підпись	Дата		Адрес

(Drill2)

N206 M1

N207 T202

N208 G98

N209 M22

N210 G97 S450 M3

N211 G54

N212 G0 X0. Z0.

N213 G17

N214 G0 Z2.75

N215 G81 X0. Z-79.75 R2.75 F44.

N216 G80

N217 Z0.

N218 G53 X0.

(Profile2)

N219 M1

N220 T1313

N221 G99

N222 M22

N223 G97 S596 M3

N224 G54

N225 M8

N226 G0 X57. Z5.

N227 G50 S3900

N228 G96 S107 M3

N229 G0 Z1.414

N230 X38.803

N231 G1 X37.828 F0.127

N232 X35. Z0.

N233 Z-30.544

N234 X37.

N235 X41

N236 G0 Z1.414

N237 X35.828

N238 G1 X33. Z0. F0.127

N239 Z-29.522

N240 G18 G3 X34.86 Z-30.544 I-2.294 K-3.022

N241 G1 X35.

N242 X37.828 Z-29.13

N243 G0 Z1.414

N244 X33.828

N245 G1 X31. Z0. F0.127

N246 Z-28.977

N247 G3 X34. Z-29.977 I-1.294 K-3.566

N248 G1 X36.828 Z-28.563

N249 G0 Z1.414

N250 X31.828

N251 G1 X29. Z0. F0.127

N252 Z-28.761

N253 G3 X32. Z-29.201 I-0.294 K-3.782

N254 G1 X34.828 Z-27.787

N255 G0 Z1.414

N256 X29.828

N257 G1 X27. Z0. F0.127

N258 Z-11.538

N259 Z-11.544

N260 Z-28.75

N261 X28.412

N262 G3 X30. Z-28.834 K-3.794

N263 G1 X32.828 Z-27.42

N264 G0 Z1.414

N265 X27.828

N266 G1 X25. Z0. F0.127

N267 Z-9.801

Візм.	Адрес	№ докум.	Підпись	Дата		Адрес

N268 X25.949 Z-10.275

N269 G3 X27. Z-11.544 I-1.268 K-1.268

N270 G1 X29.828 Z-10.13

N271 G0 Z1.414

N272 X25.828

N273 G1 X23. Z0. F0.127

N274 Z-8.801

N275 X25.949 Z-10.275

N276 X26. Z-10.301

N277 X28.828 Z-8.887

N278 G0 Z1.414

N279 X23.828

N280 G1 X21. Z0. F0.127

N281 Z-7.801

N282 X24. Z-9.301

N283 X26.828 Z-7.887

N284 G0 Z1.414

N285 X21.828

N286 G1 X19. Z0. F0.127

N287 Z-6.801

N288 X22. Z-8.301

N289 X24.828 Z-6.887

N290 G0 Z1.414

N291 X19.828

N292 G1 X17. Z0. F0.127

N293 Z-5.801

N294 X20. Z-7.301

N295 X22.828 Z-5.887

N296 G0 Z1.414

N297 X17.828

N298 G1 X15. Z0. F0.127

N299 Z-4.801

N300 X18. Z-6.301

N301 X20.828 Z-4.887

N302 G0 Z1.414

N303 X15.828

N304 G1 X13. Z0. F0.127

N305 Z-3.801

N306 X16. Z-5.301

N307 X18.828 Z-3.887

N308 G0 Z1.414

N309 X13.828

N310 G1 X11. Z0. F0.127

N311 Z-2.801

N312 X14. Z-4.301

N313 X16.828 Z-2.887

N314 G0 Z1.414

N315 X11.828

N316 G1 X9. Z0. F0.127

N317 Z-2.274

N318 G3 X10.949 Z-2.775 I-0.294 K-1.77

N319 G1 X12. Z-3.301

N320 X14.828 Z-1.887

N321 G0 Z1.414

N322 X9.828

N323 G1 X7. Z0. F0.127

N324 Z-2.296

N325 X7.9 Z-2.257

N326 X8.212 Z-2.25

N327 X8.412

N328 G3 X10. Z-2.435 K-1.794

N329 G1 X12.828 Z-1.021

N330 G0 Z1.414

N331 X7.828

N332 G1 X5. Z0. F0.127

N333 Z-2.384

N334 X7.9 Z-2.257

N335 X8. Z-2.253

Візм.	Адрес	№ докум.	Підпись	Дата		Адрес

N336 X10.828 Z-0.839

N337 G0 Z1.414

N338 X5.828

N339 G1 X3. Z0. F0.127

N340 Z-2.471

N341 X6. Z-2.34

N342 X8.828 Z-0.926

N343 G0 Z1.414

N344 X4.338

N345 G1 X1.51 Z0. F0.127

N346 Z-2.536

N347 X4. Z-2.427

N348 X6.828 Z-1.013

N349 G0 Z1.414

N350 X2.848

N351 G1 X0.02 Z0. F0.127

N352 Z-2.602

N353 X2.51 Z-2.493

N354 X5.338 Z-1.078

N355 G0 Z-1.365

N356 G1 Z-1.836 F0.127

N357 X1.241

N358 X-1.588 Z-3.25

N359 Z-3.676

N360 X8.074 Z-3.253

N361 X8.212 Z-3.25

N362 X8.412

N363 G3 X9.535 Z-3.482 K-0.794

N364 G1 X24.535 Z-10.982

N365 G3 X25. Z-11.544 I-0.561 K-0.561

N366 G1 Z-29.044

N367 G2 X26.412 Z-29.75 I0.706 K0.

N368 G1 X28.412

N369 G3 X32.314 Z-30.544 K-2.794

N370 G1 X35.142 Z-29.13

N371 G0 X57.

N372 Z5.

N373 G97 S596 M3

N374 M9

N375 G53 X0.

N376 G53 Z0.

N377 M30

%

						Адрес
Візм.	Адрес	№ докум.	Підпись	Дата		

Додаток Б. Специфікація до збірного креслення робочого інструменту

						Автори
Візм.	Автори	№ докум.	Підпись	Дата		

Додаток В. Специфікація до пристрою спеціального

						Аудит
Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		

Додаток Г. Креслення ділильної головки

						Автори
Візм.	Автори	№ докум.	Підпись	Дата		

Додаток Д. Операційні карти

						Аудит
Візм.	Аудит	№ докум.	Підпись	Дата		

Додаток Е. Ескізні карти

						Автори
Візм.	Автори	№ докум.	Підпись	Дата		

Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
Разраб.	Гирич А.С.				НТУУ КПІ ім. І. Сікорського						389216 20146						
Пров.	Красновид Д.О.																
					Свердло-зенківка							ДП			005		
Н. контр.																	
Наименование операции			Материал			Твердость		Ев.	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИД		
Токарно-гвинторізна 4114			Сталь 40X					166	4,0	Ø 37× 119			8,66		1		
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.		Тшт		СОЖ					
Стрічковий верстат JET HBS-1321VS						3.4											
Р				ПИ		D или B		L	t	i	S	n	V				
01						мм		мм	мм		мм/об	хв. ⁻¹	м/с				
02																	
003	Встановити деталь, закріпити, зняти																
T04	396210 – Лещата механічні																
05																	
06																	
O07	Відрізати заготовку витримуючи L=119мм																
T08	392190 – пилка стічкова; 393311 – штангенциркуль ШЦ-I -150-0,1.																
P09						Ø37		119	0,3	1	0,05	200	1,2				
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
OK																	

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
Разраб.	Гирич А.С,			НТУУ КПІ ім. І. Сікорського					389216 20146					
Пров.	Красновид Д.О.													
				Свердло-зенківка							ДП			010
Н. контр.														
Наименование операции		Материал			Твердость		Ев.	МД	Профиль и размеры		МЗ		КОИД	
Токарна		Сталь 40Х							Ø 37 × 119		8,66		1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.	Тшт		СОЖ				
Токарно-гвинторізний верстат 16K20					0,29									
Р	ПИ			D или B		L	t	i	S	n	V			
01				мм		мм	мм		мм/об	хв. ⁻¹	м/с			
02														
003	Встановити деталь, закріпити, зняти													
T04	396110 – патрон трикулачковий самоцентруючий													
05														
06														
O07	1. Точити поверхню начорно витримуючи розмір Ø36h14													
T08	392190 – різець прохідний з МКП φ=96 ° – ТТ7005; 393311 – штангенциркуль ШЦ-I -250-0,1.													
P09				Ø36		60	0,5	1	0,65	630	2,1			
10														
11														
12														
13														
14														
15														
OK														

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
																389216 60146		015	
Р							ПИ		D или B		L	t	i	S	n	V			
01									мм		мм	мм		мм/об	хв. ⁻¹	м/с			
O02	3. Центрувати торець																		
T03	395361 – Свердло центровальне																		
P04							Ø34,4		115,5		2	1	0,06	630	1,41				
05																			
06																			
O07	4 Свердлийти отвір начорно в розмір Ø8,5 Н14 на прохід.																		
T08	325652 – Свердло спіральне – Р6М5; 393311 – штангенциркуль ШЦ-I -125-0,1																		
P09							Ø34		115,5		4,25	1	0,1	602	1,5				
10																			
11																			
O12	5. Зенкувати отвір утворивши фаску 2x45 °																		
T13	325635 – Зенківка – Р6М5; 393311 – штангенциркуль ШЦ-I -125-0,1																		
P14							Ø34		115,5		0,5	1	0,2	530	1,7				
15																			
16																			
O17	6. Нарізати різьбу М10-7Н на довжину 37 мм																		
T18	392135 – Мітчик машинний Р6М5 393110 – Калібр-пробка М10х1.5																		
P19							Ø34		115,5		0,75	1	1,5	315	1,2				
20																			
ОК																			

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
										ДП 5.05050302.04.01.01					389216 20146		005		
Р	ПИ						D или B		L	t	i	S	n	V					
01							мм	мм	мм		мм/об	хв. ⁻¹	м/с						
O02	7. Точити зовнішню поверхню начисто витримуючи розміри Ø32,2h9 L=64.5, підрізати фаску 1.7x45°																		
T03	392190 – різець прохідний з МКП φ=96° - ТТ7005; 393311 – штангенциркуль ШЦ- I -125-0,1;																		
P04							Ø32,2	64,5	0,5	1	0,45	950	3,5						
05																			
O06	8. Утворити канавку на глибину Ø30мм b=2 мм																		
T07	392190 – різець канавковий - ТТ7005; 393311 – штангенциркуль ШЦ-I -125-0,1.																		
P08							Ø30	2	2	1	0,45	800	3						
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
OK																			

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
																389216		020	
																60146			
Р	ПИ						D или B		L	t	i	S	n	V					
01							мм		мм	мм		мм/об	хв. ⁻¹	м/с					
O02	3. Розсвердлити отвір витримуючи розміри Ø9h12мм L=76,5мм																		
T03	396540 – свердло спіральне; 393311 – штангенциркуль ШЦ-I -125-0,1.																		
P04							Ø9		76,5	0,5	1	0,15	400	1,13					
05																			
06																			
O07	4. Зенкувати отвір витримуючи розмір Ø9.8h8мм L=76,5мм																		
T08	324232 – зенківка; 393311 – штангенциркуль ШЦ-II -250-0,05																		
P09							Ø9,8		76,5	0,4	1	0,1	315	1,05					
10																			
11																			
O12	5. Точити зовнішню поверхню начисто витримуючи розміри Ø25h12мм L=26,5мм з підрізкою торця 7.5x45°																		
T13	392190 – токарний прохідний упорний різець з МКП φ=93° – ТТ7005																		
P14							Ø25		26,5	0,1	1	0,2	3733	4,72					
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
OK																			

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

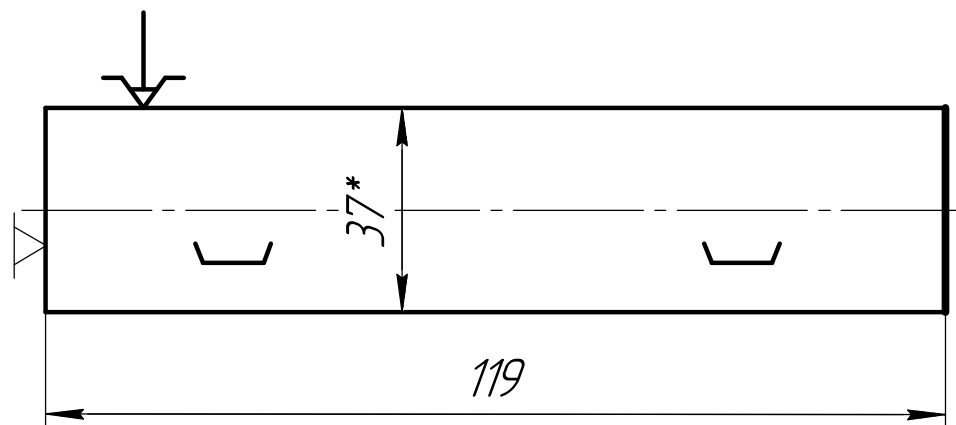
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
Разраб.	Гирич А.С,			НТУУ КПІ ім. І. Сікорського						389216 20146				
Пров.	Красновид Д.О.													
				Свердло-зенківка							ДП			050
Н. контр.														
Наименование операции		Материал			Твердость		Ев.	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИД
Круглошліфувальна		Сталь 40X							Ø 37 × 113,5			8,66		1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			To	Tв	Тп.з.	Тшт		СОЖ				
Круглошліфувальний верстат моделі 3A110B					0,35									
Р	ПИ			D или B		L	t	i	S	n	V			
01				мм		мм	мм		мм/об	хв. ⁻¹	м/с			
02														
003	Встановити деталь, закріпити, зняти													
T04	396228 – Центра, поводковий патрон													
05														
06														
O07	Шліфувати поверхню витримуючи розмір D=32h6мм на довжину L=65мм													
T08	392190 – Круг шліфувальний – ТТ7005; 393311 – Калібр скоба													
P09				Ø32		65	0,1	1	0,05	900	3,1			
10														
11														
12														
13														
14														
15														
<div>OK</div>														

Дцбл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разроб.	Гирич А.С.			НТУУ КПІ			389216	
Провер.	Красновид Д.О.			ім. І. Сікорського			20160	
Н.контр.	Красновид Д.О.			Свердло-зенківка			ДП	005

▽ Ra 12,5 (✓)



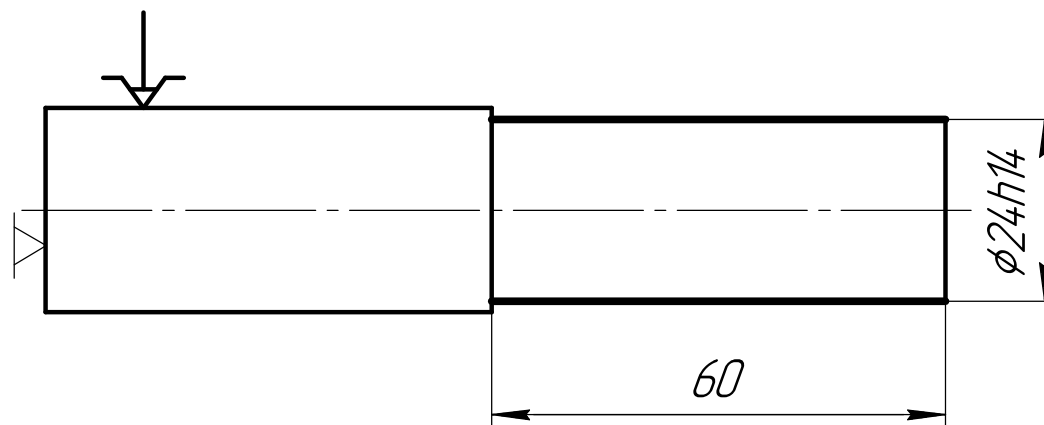
*Розмір для довідок.

Дцбл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разроб.	Гирич А.С.			НТУУ КПІ ім. І. Сікорського			389216	20160	
Провер.	Красновид Д.О.								
Н.контр.	Красновид Д.О.			Свердло-зенківка				ДП	010

▽ Ra 12,5 (✓)



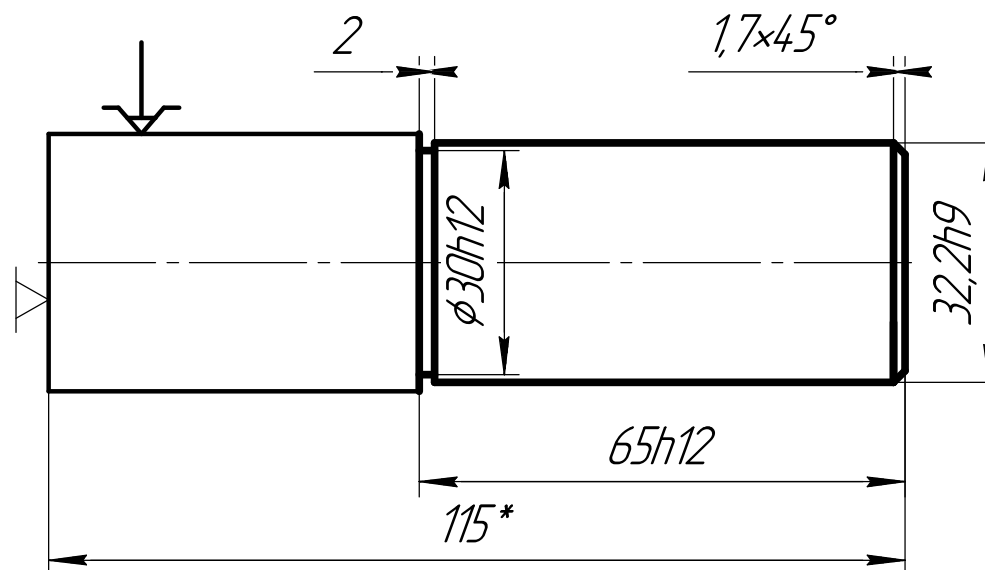
*Розмір для довідок.

Дүбл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разроб.	Гирич А.С.			НТУУ КПІ			389216	
Провер.	Красновід Д.О.			ім. І. Сікорського			20160	
				Свердло-зенківка			ДП	015
Н.контр.	Красновід Д.О.							

▽ Ra 12,5 (✓)



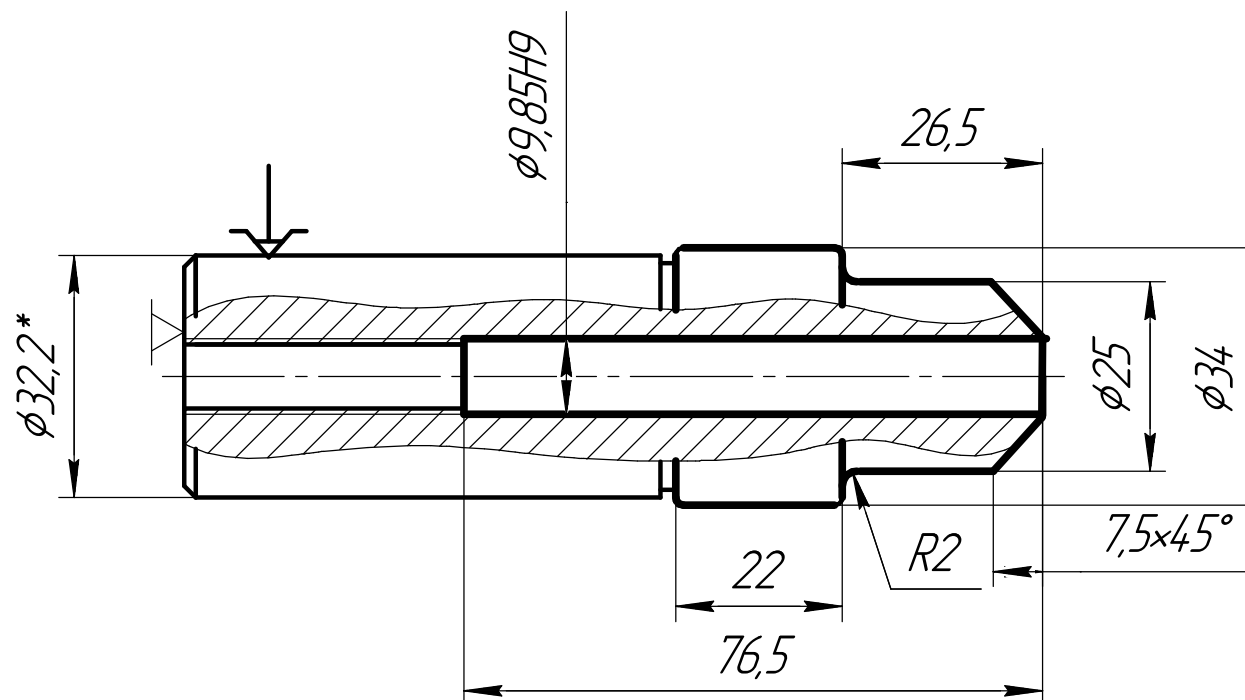
*Розмір для довідок.

Дцбл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разроб.	Гирич А.С.			НТУУ КПІ ім. І. Сікорського			389216	20160
Провер.	Красновід Д.О.							
Н.контр.	Красновід Д.О.			Свердло-зенківка			ДП	020

▽ Ra 12,5 (✓)



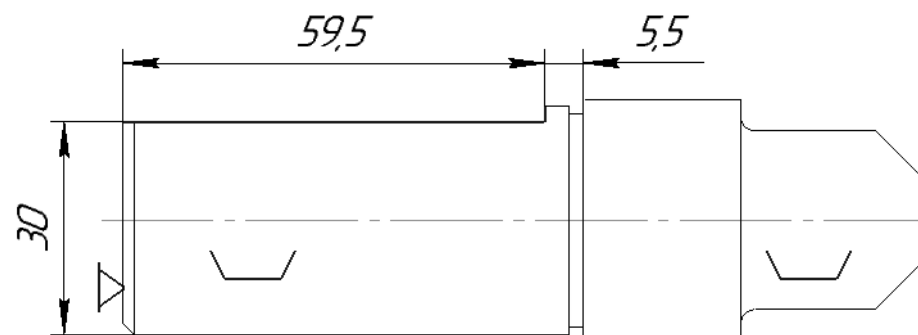
*Розмір для довідок.

Дцбл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разроб.	Гирич А.С.			НТУУ КПІ			389216	
Провер.	Красновід Д.О.			ім. І. Сікорського			20160	
Н.контр.	Красновід Д.О.			Свердло-зенківка			ДП	025

▽ Ra 12,5 (✓)



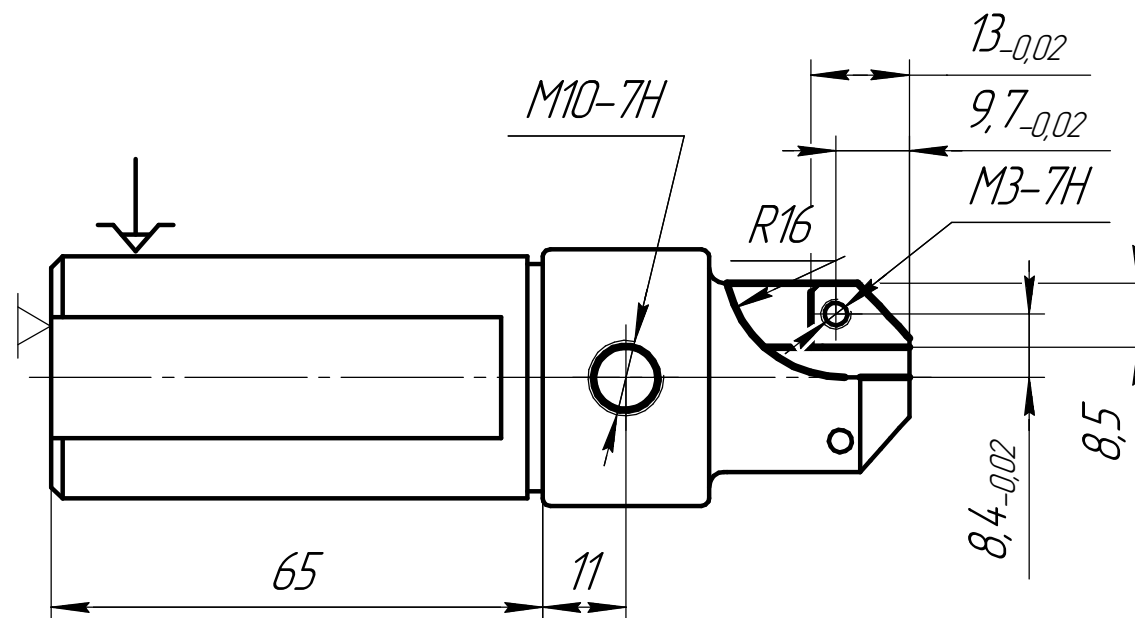
*Розмір для довідок.

Дцбл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Розроб.	Гирич А.С.			НТУУ КПІ ім. І. Сікорського			389216	20160
Провер.	Красновід Д.О.							
Н.контр.	Красновід Д.О.			Свердло-зенківка			ДП	030

▽ Ra 12,5 (✓)



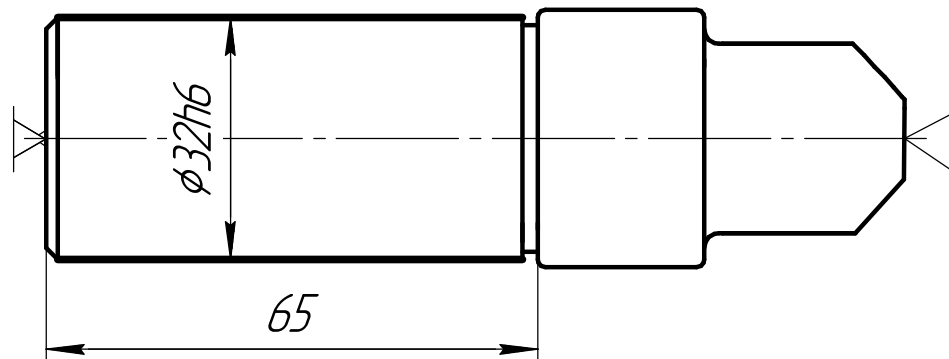
*Розмір для довідок.

Дцбл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Розроб.	Гирич А.С.			НТУУ КПІ ім. І. Сікорського			389216	20160
Провер.	Красновід Д.О.							
Н.контр.	Красновід Д.О.			Свердло-зенківка			ДП	050

▽ Ra 12,5 (✓)



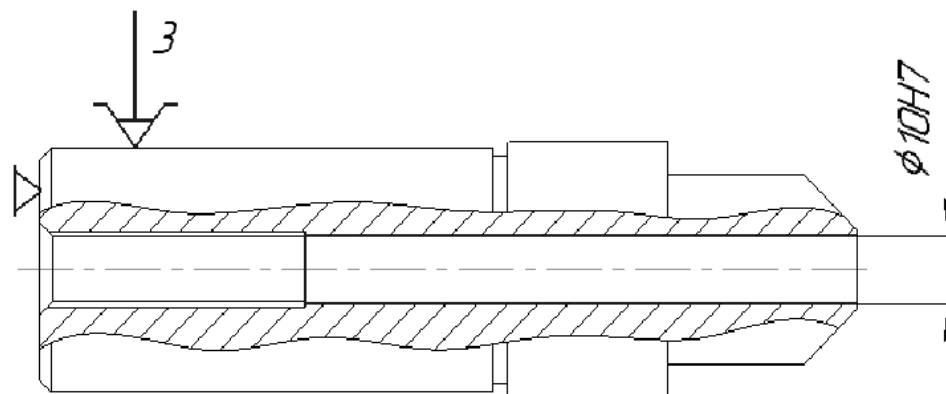
*Розмір для довідок.

Дцбл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разроб.	Гирич А.С.			НТУУ КПІ ім. І. Сікорського			389216	20160		
Провер.	Красновид Д.О.									
Н.контр.	Красновид Д.О.			Свердло-зенківка				ДП	055	

▽ Ra 12,5 (✓)



*Розмір для довідок.

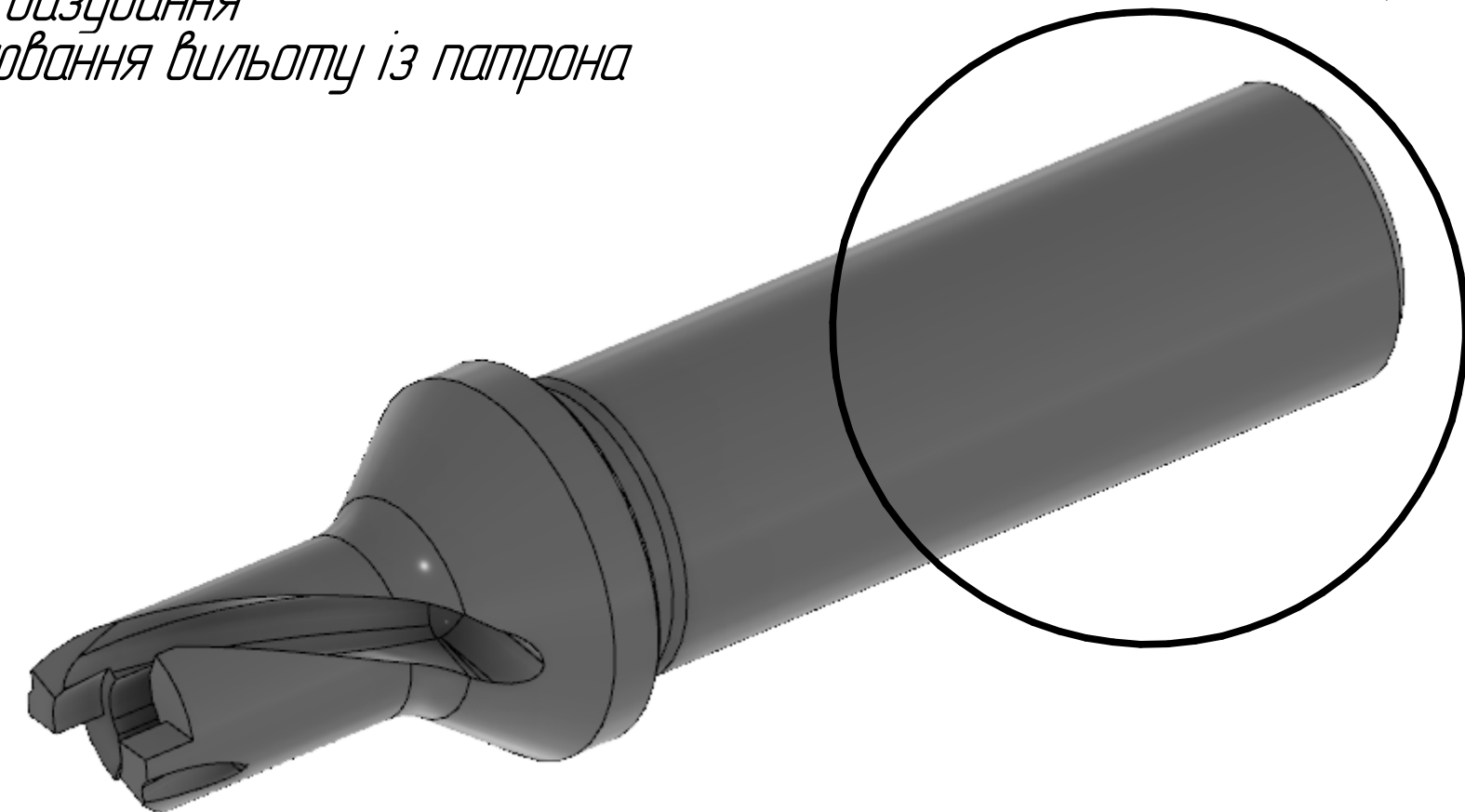
[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1				Складальне креслення	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
				<u>Деталі</u>		
		1		Шпindelь	1	
		2		Плита	1	
		3		Кутник	1	
		4		Фланець	1	
		5		Гайка	1	
		6		Рукоятка	1	
		7		Штифт	1	
		8		Плунжер	1	
		9		Кружина	1	
		10		Рукоятка	1	
		11		Стальні втулки	1	
		13		Оправка	1	
		15		Підшипники ковзання	1	
		17		Пазовий сухарь	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		12		Болт М14 х 1,25-6d х 22 ГОСТ 7808-70	3	
		14		Болт М12 х 1,25-6d х 15 ГОСТ 7808-70	2	
		16		Шпанка ГОСТ 23360-78	1	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<div>Ділильна головка</div> <div>КПІ ім. І. Сікорського ММІ</div> <div>МІ-пб1</div>	
Разраб.		Гурич А.С.				
Проб.		Красновид Д.О.				
Т.контр.						
Н.контр.						
Чтв.		Красновид Д.О.				

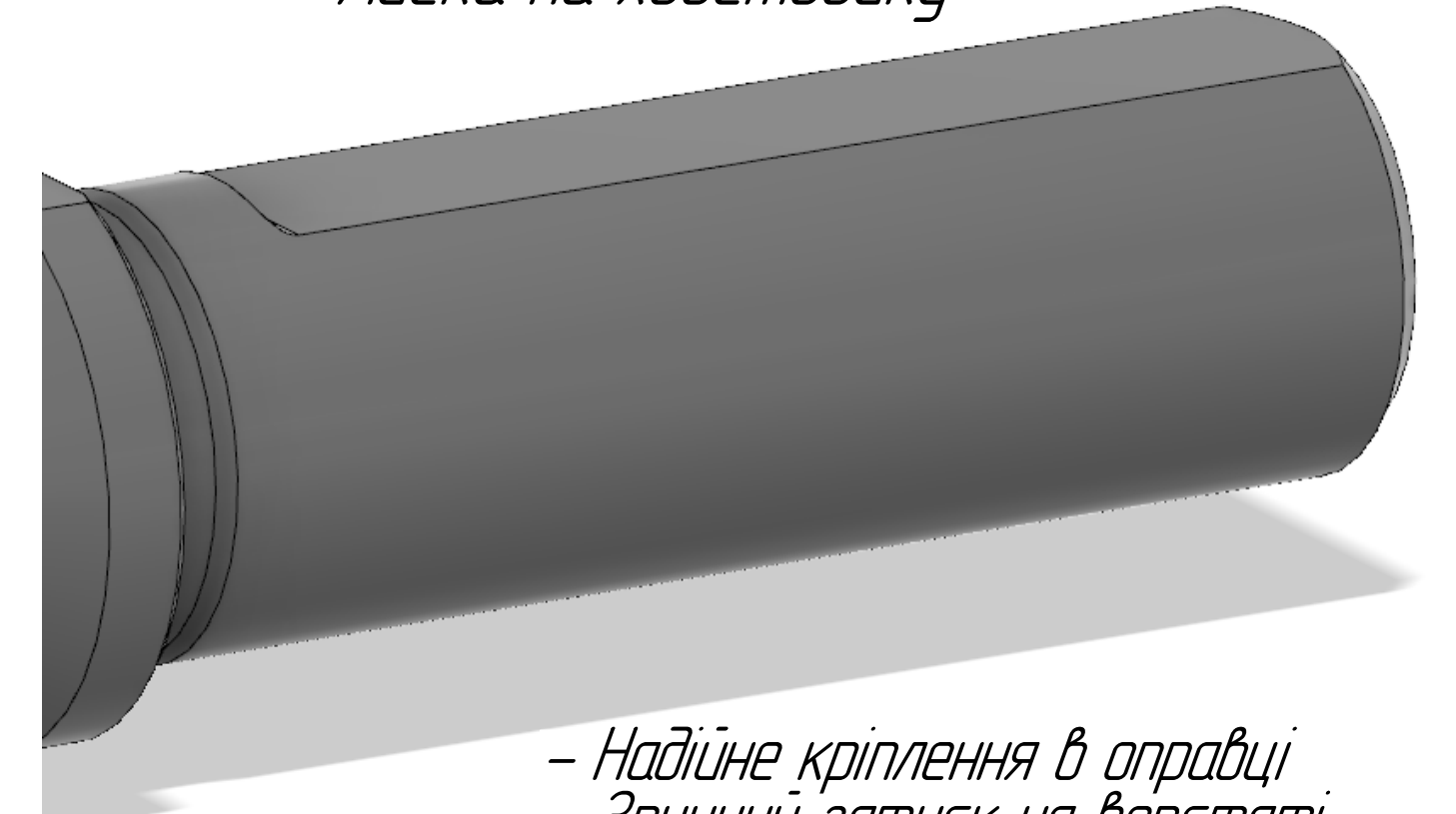
Аналіз конструкції інструменту Свердло-зенківка збірна

- Можливість кріплення інструменту в цанговому та трикутчастому патроні
- Велика площа контакту хвостовика з патроном
- Точне базування
- Регулювання вильоту із патрона

Циліндричний хвостовик



Лиска на хвостовику



- Надійне кріплення в оправці
- Зручний захват на верстаті
- Запобігання провертанню в оправці
- Точне позиціонування
- Простота виготовлення
- Довговічність

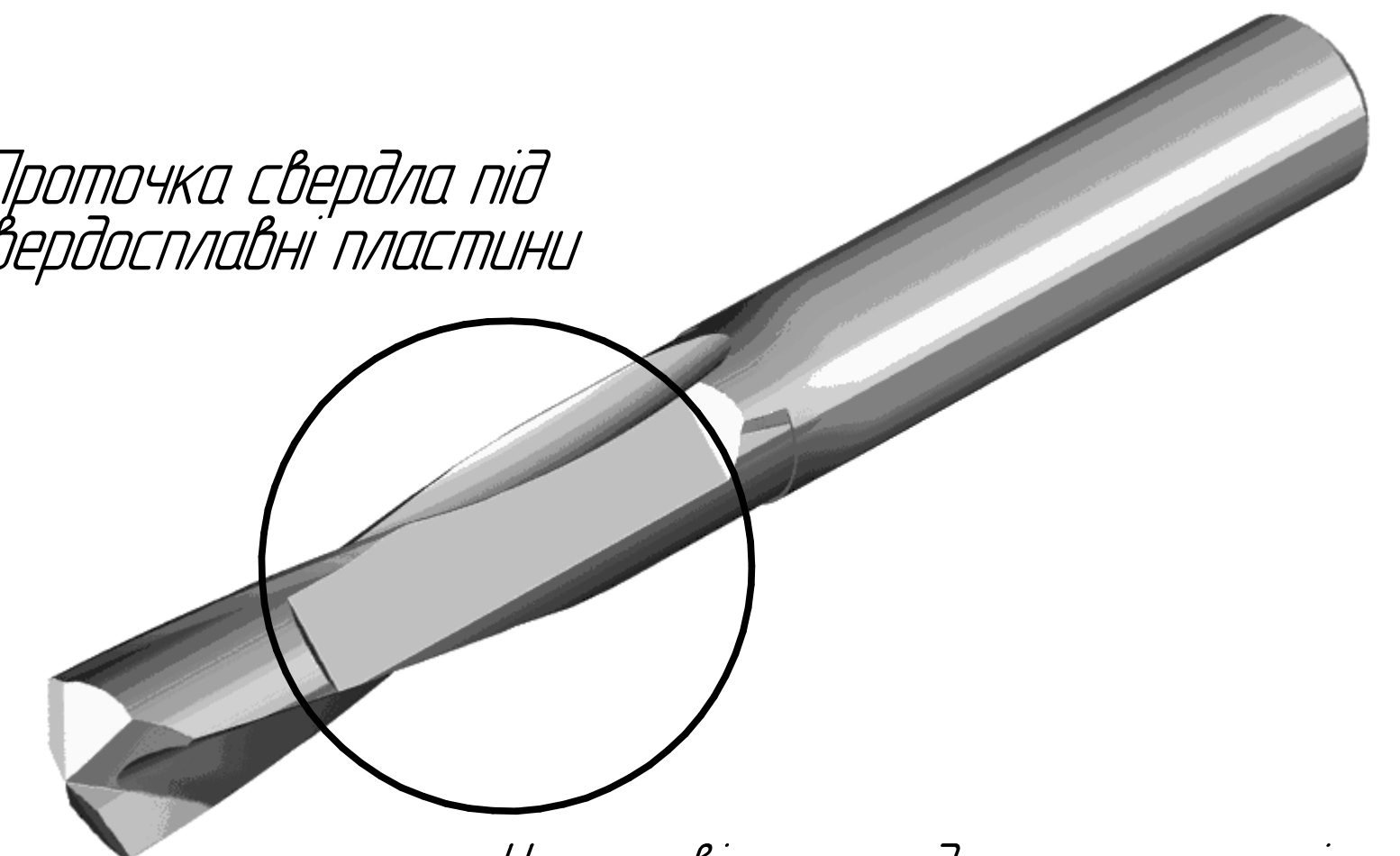
Твердосплавне свердло



- Гарна зносостійкість
- Підвищені режими різання
- Збільшена стійкість
- Велика теплостійкість
- Стійкість до великих навантажень

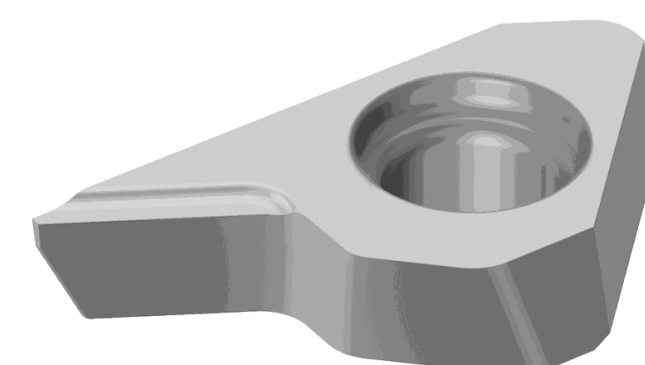
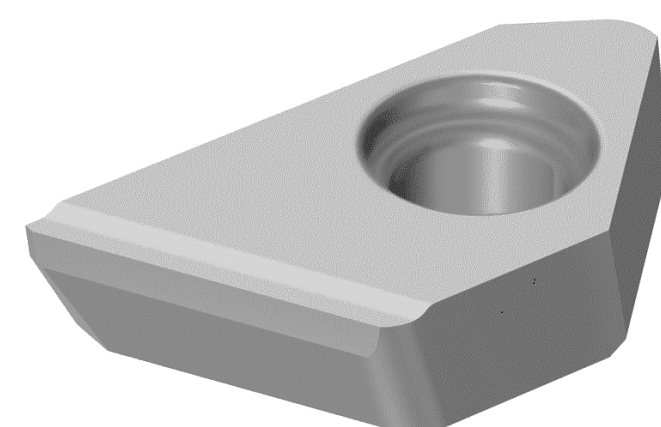


Проточка свердла під твердосплавні пластини



- Неможливість попадання стружки між змінними твердосплавними пластинами та свердлом
- Відсутні зарізання фаски

Змінні різальні пластини із твердого сплаву для утворення фасок



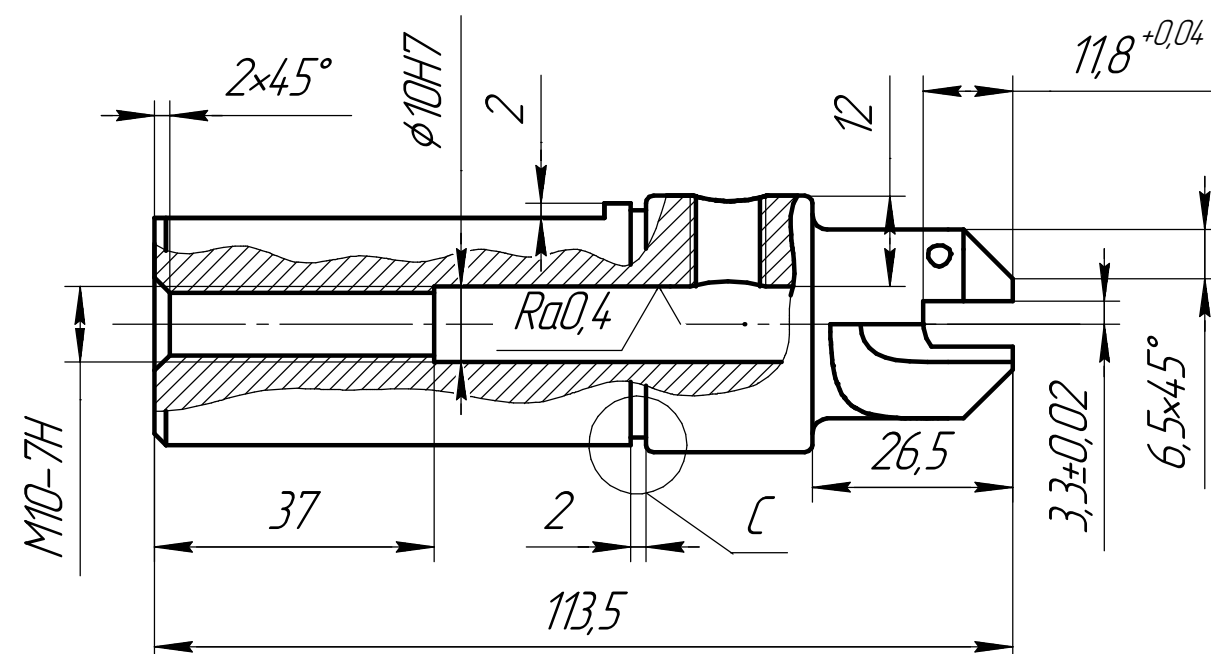
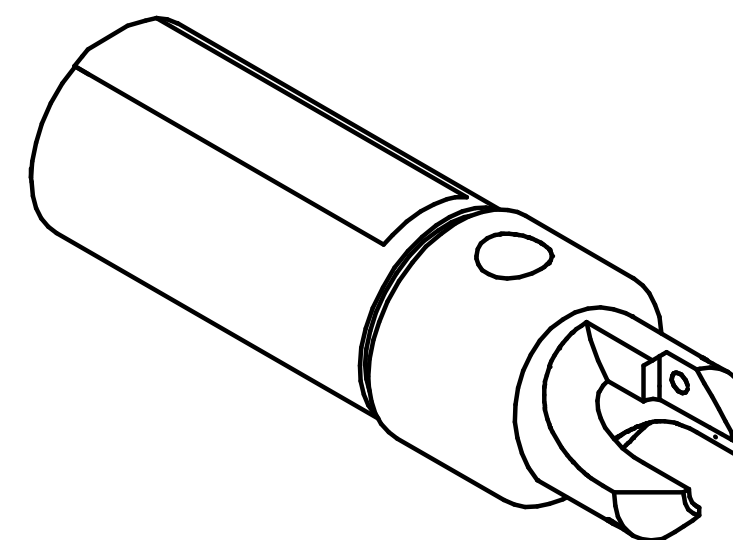
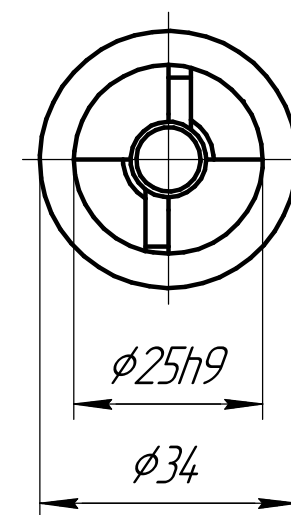
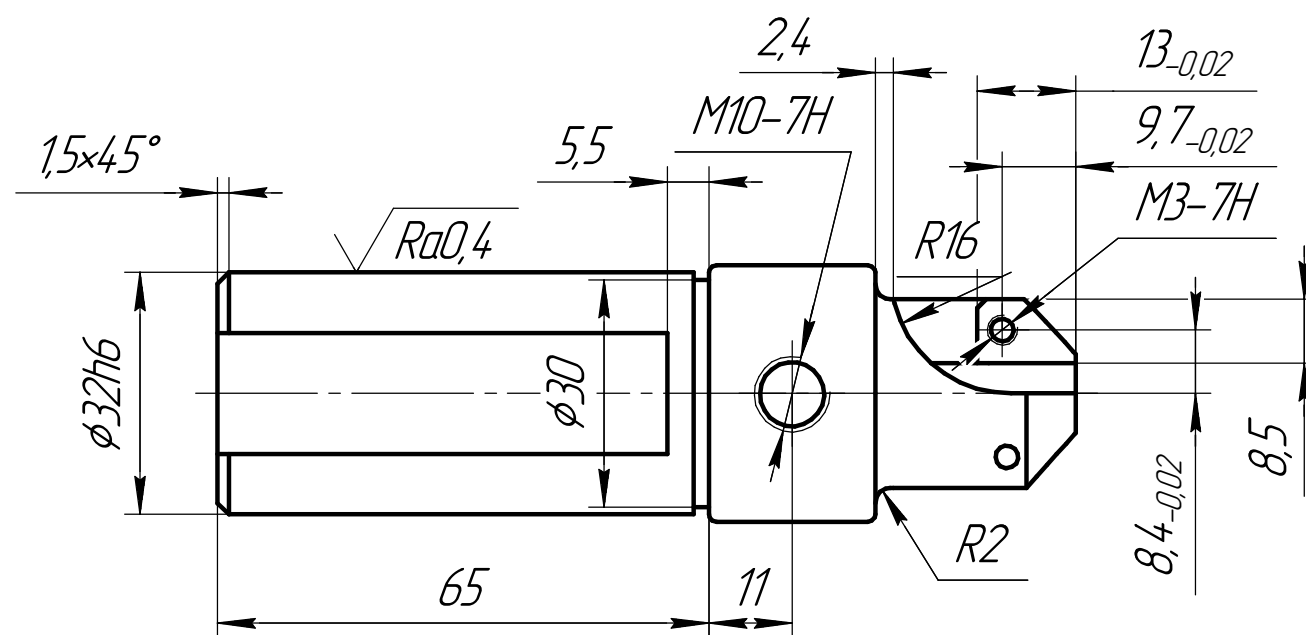
- Механічне кріплення гвинтом
- Швидка заміна пластинок
- Видір та зміна кутів фаски (30°, 45°, 60°)
- Вища стійкість та довговічність
- Підвищені режими різання

Захвист свердла гвинтом

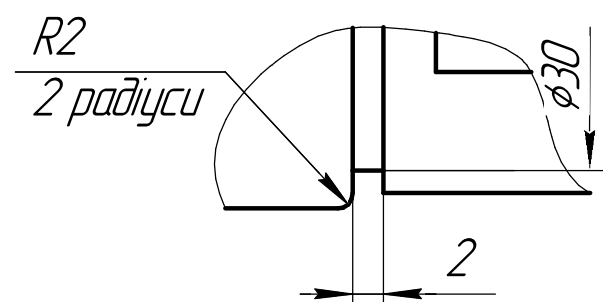


- Забезпечує надійність кріплення свердла та неможливість провертання під час обробки отвору
- Дає можливість регулювання вильоту свердла з корпусу

075MM1M-n6104.01001

 $\sqrt{Ra_{12,5}(\sqrt{})}$ 

[2:1]



1. 38...42 HRC
2. Маркувати лазером $\varnothing 10$
3. H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$

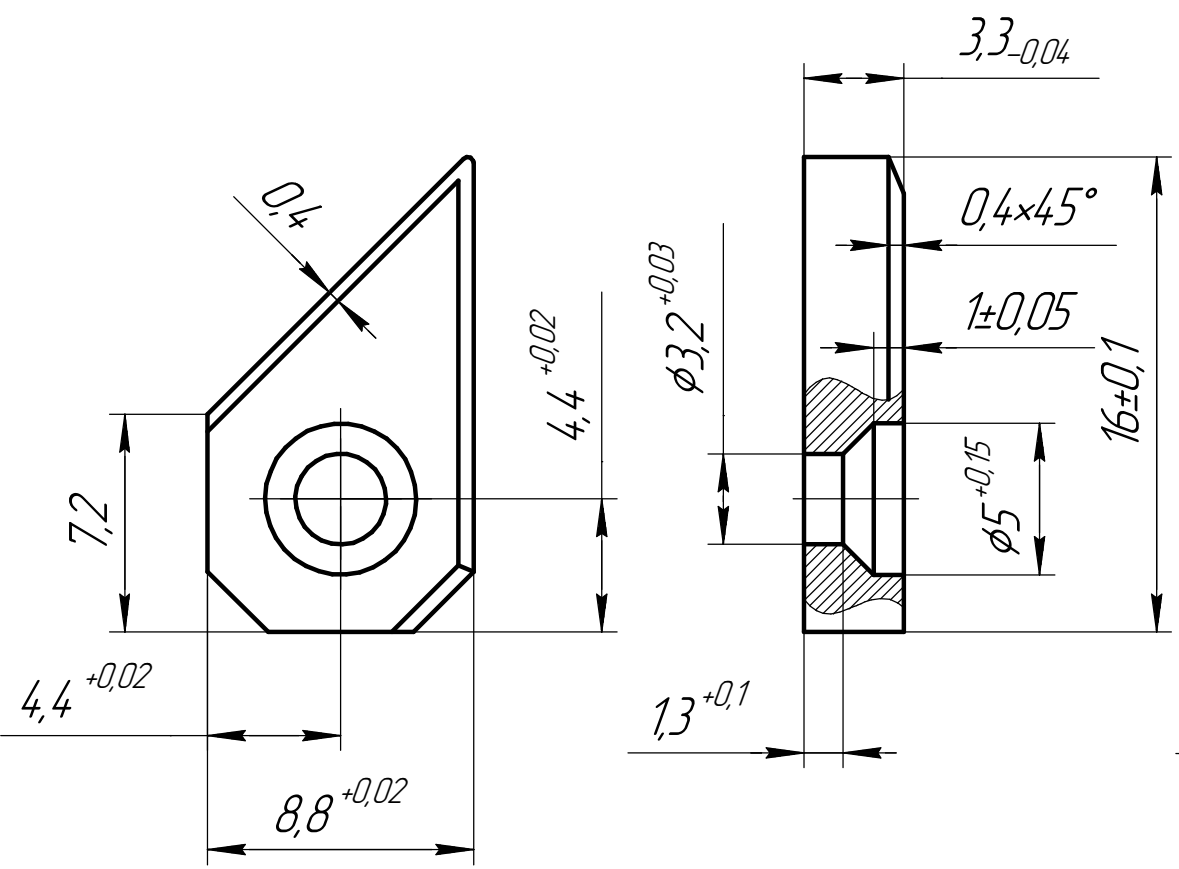
					ДПБ.ММІ.МІ-п6104.01.001						
					Свердло-зенківка			Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							1:1
Разраб.	Гурич А.С.										
Пров.	Красновид Д.О.										
Т.контр.								Лист	Листов	1	
Н.контр.					Сталь 40Х ГОСТ 14955-77			НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського МІ-п61			
Утв.	Красновид Д.О.										

Копировал

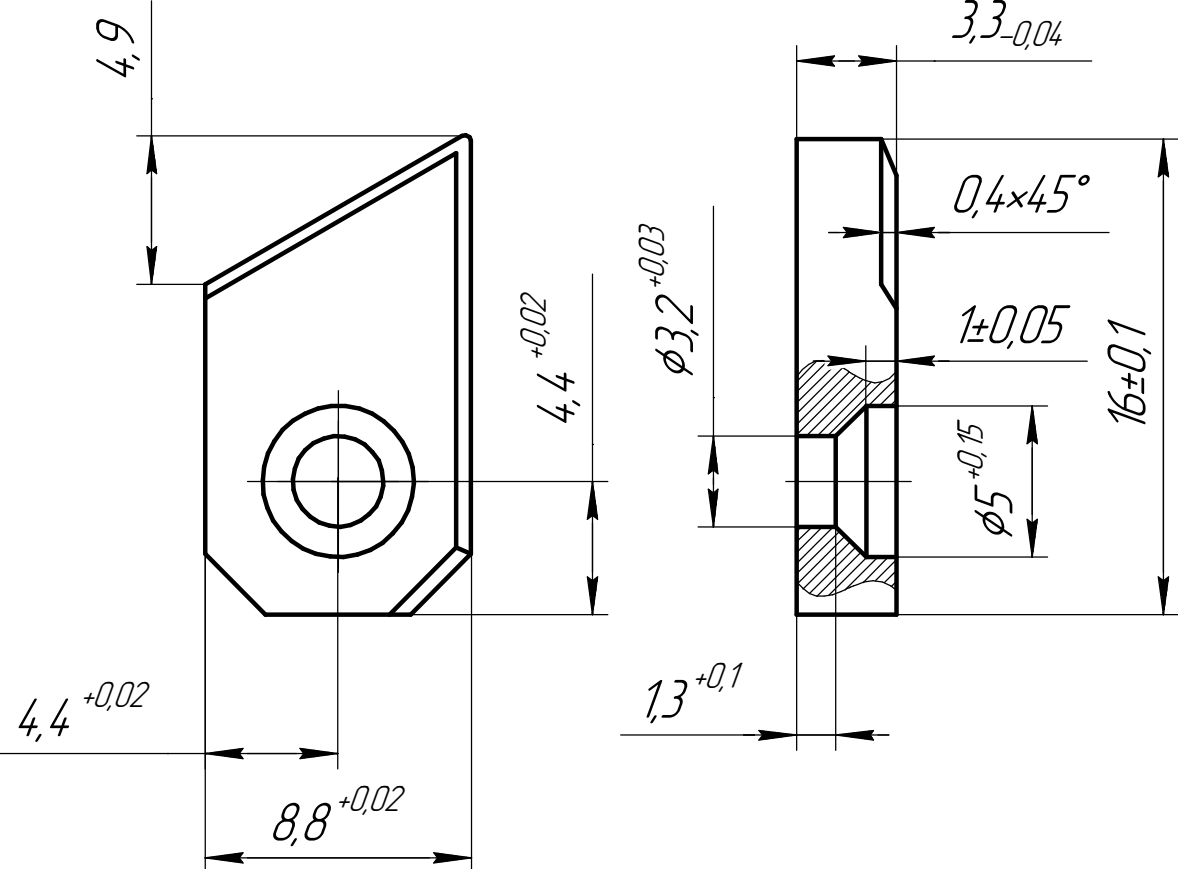
Формат А3

Формат А3

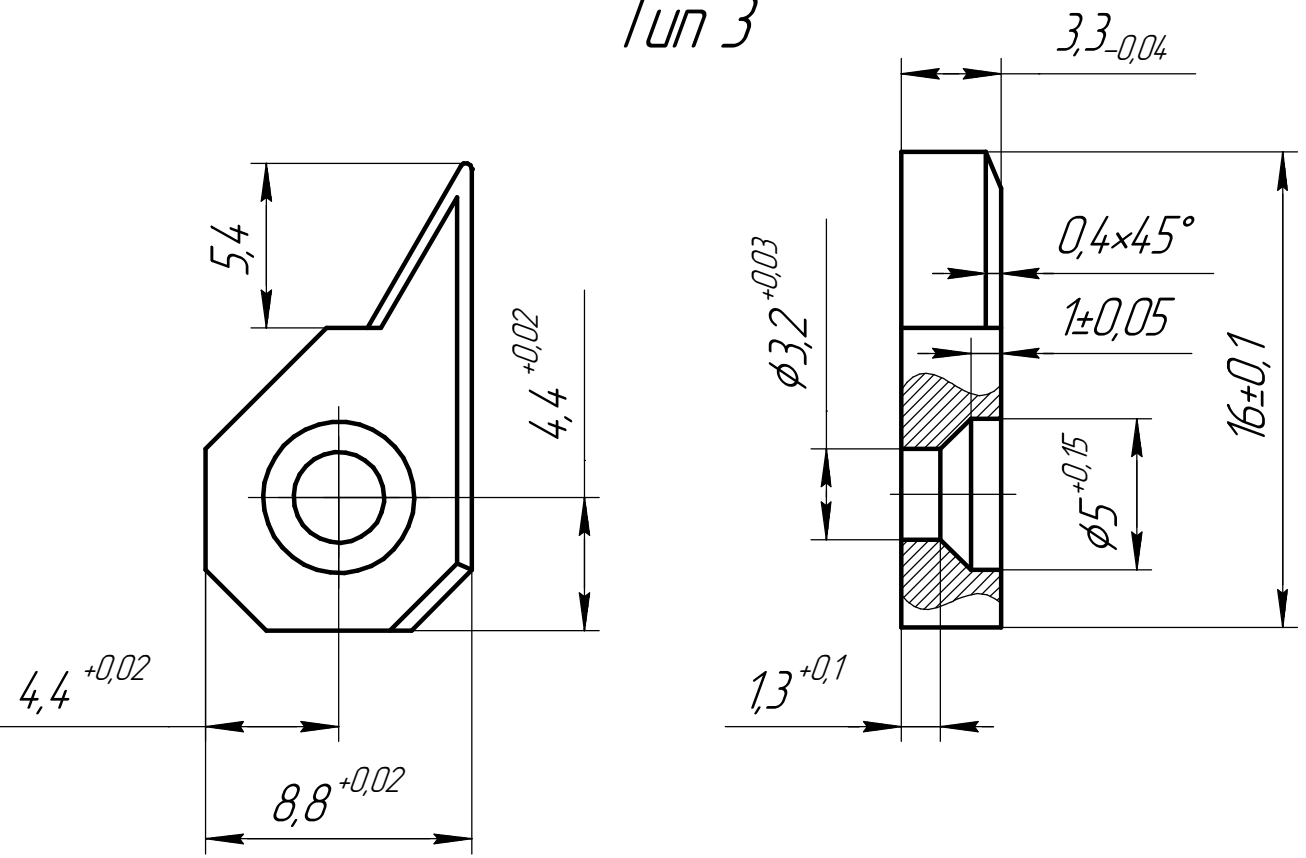
Тип 1



Тип 2



Тип 3

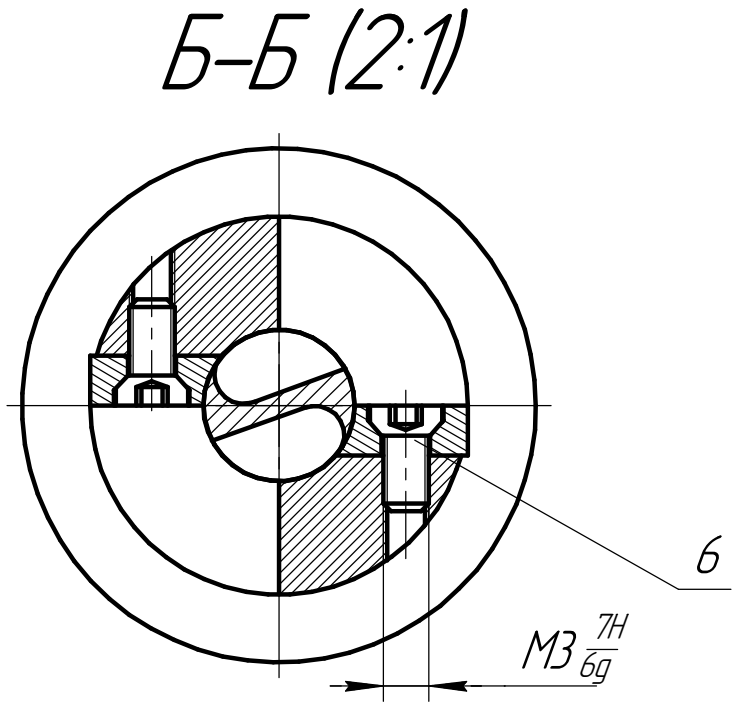
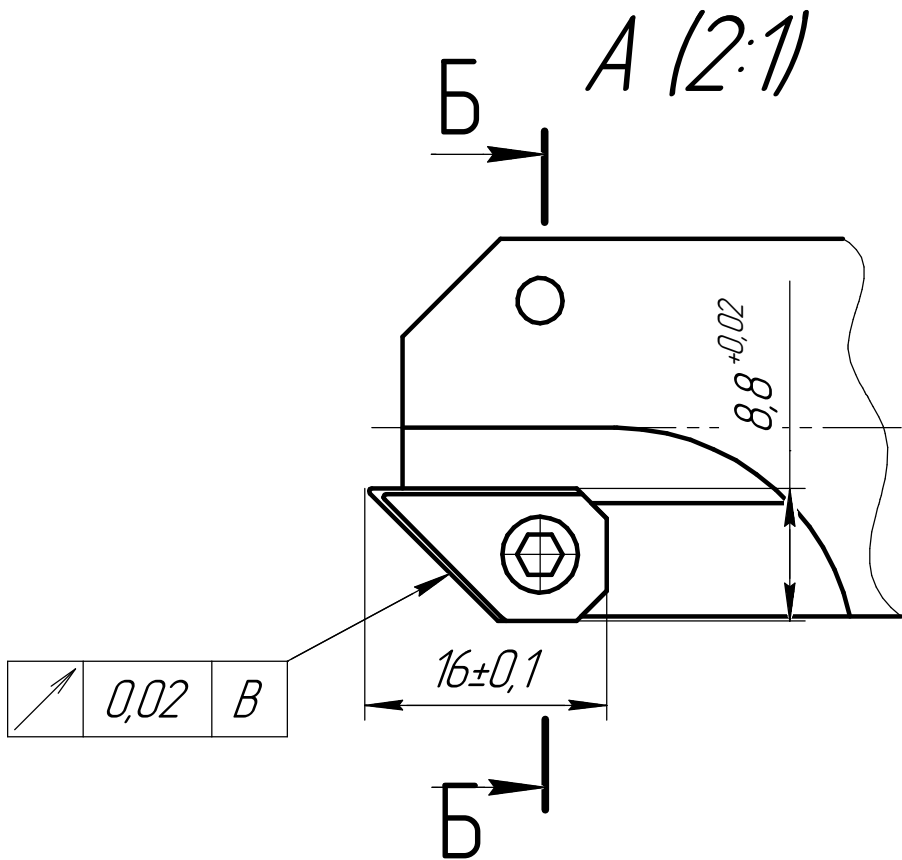
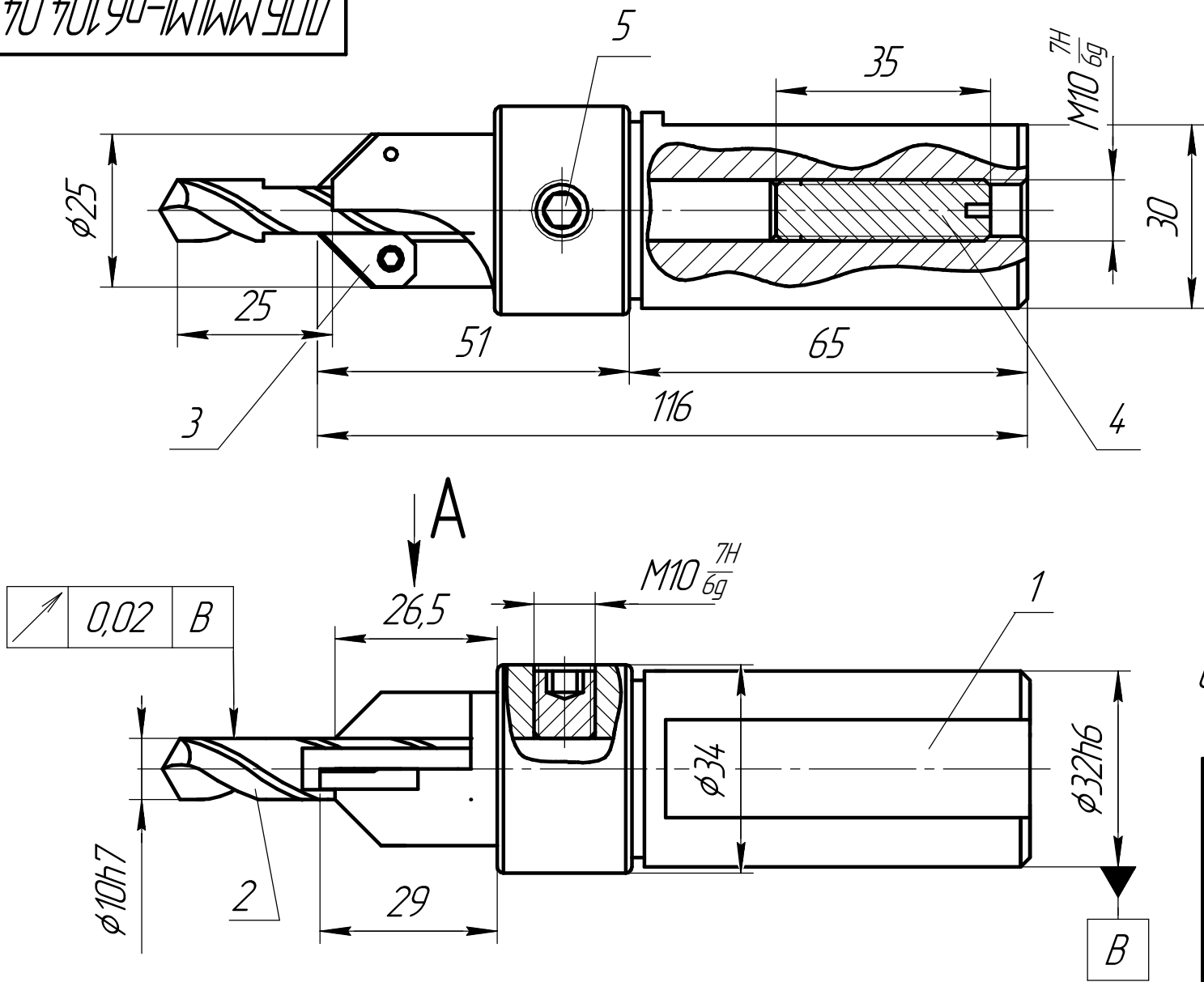


Тип пластины	Кут φ
Тип 1	45°
Тип 2	60°
Тип 3	30°

- Робоча частина Т14К6 ГОСТ 3882-74, HRC 70...72
- Пластины покрыты нитридом титана, товщина покриття 0,003-0,006 мм
- Н14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$

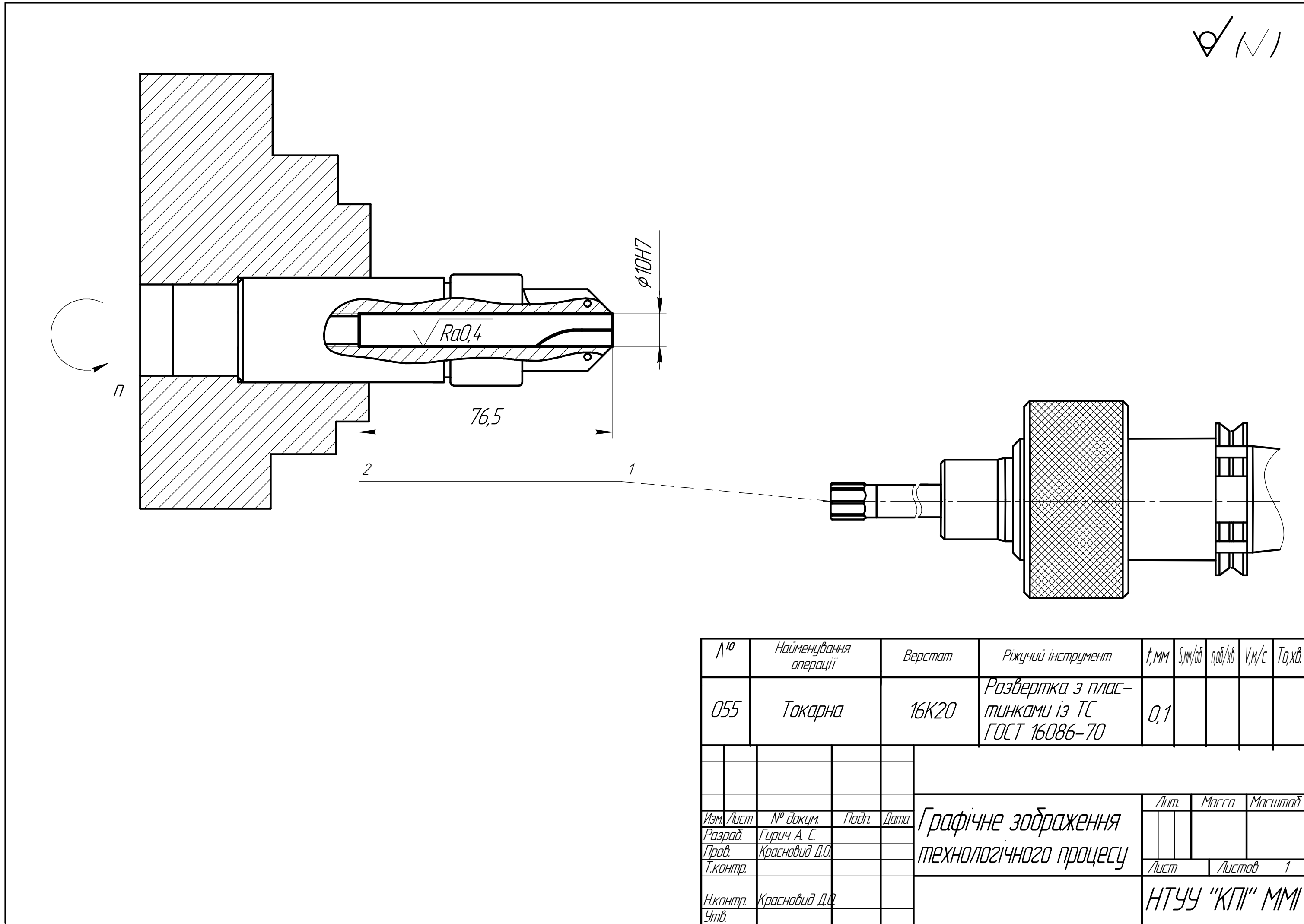
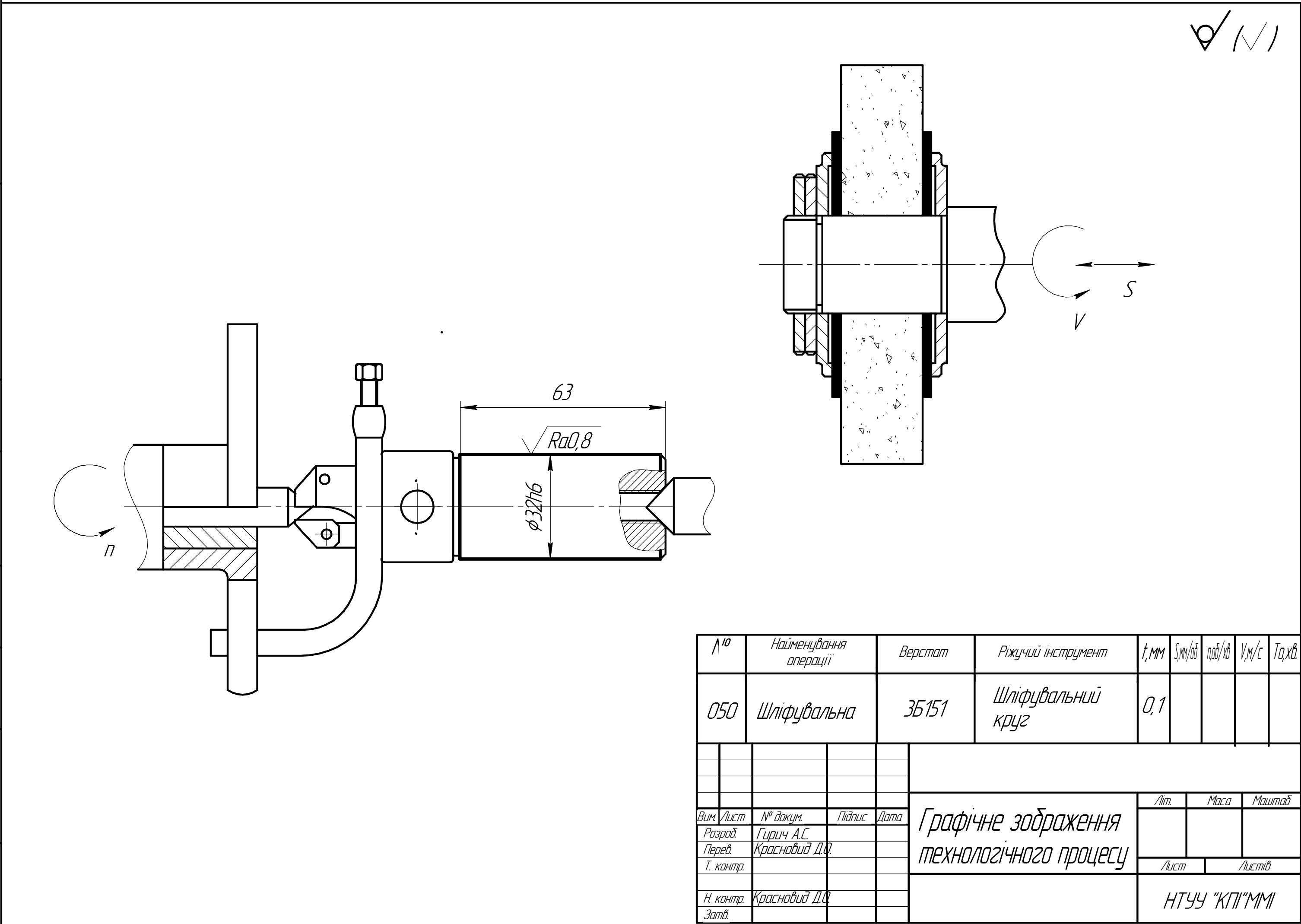
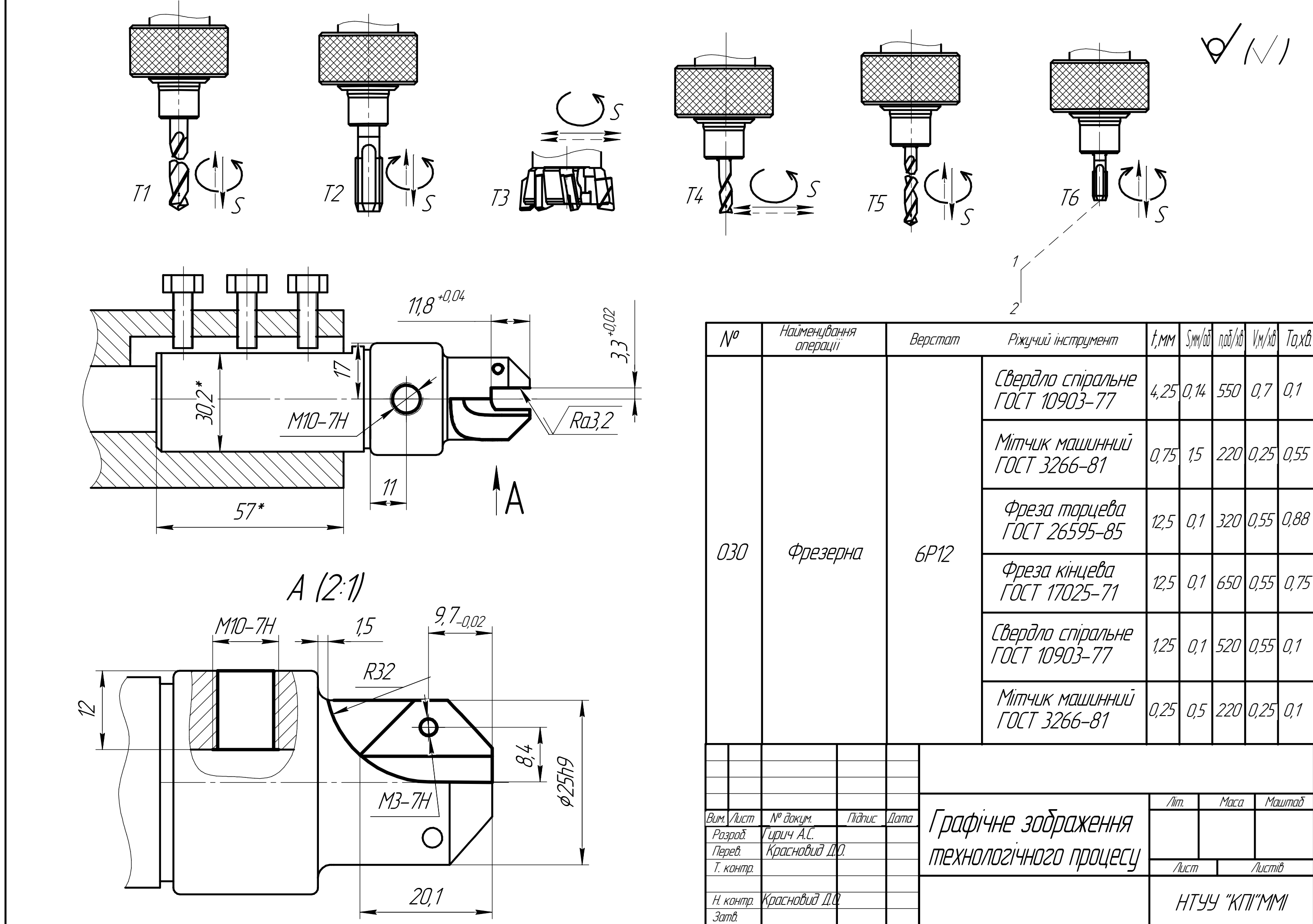
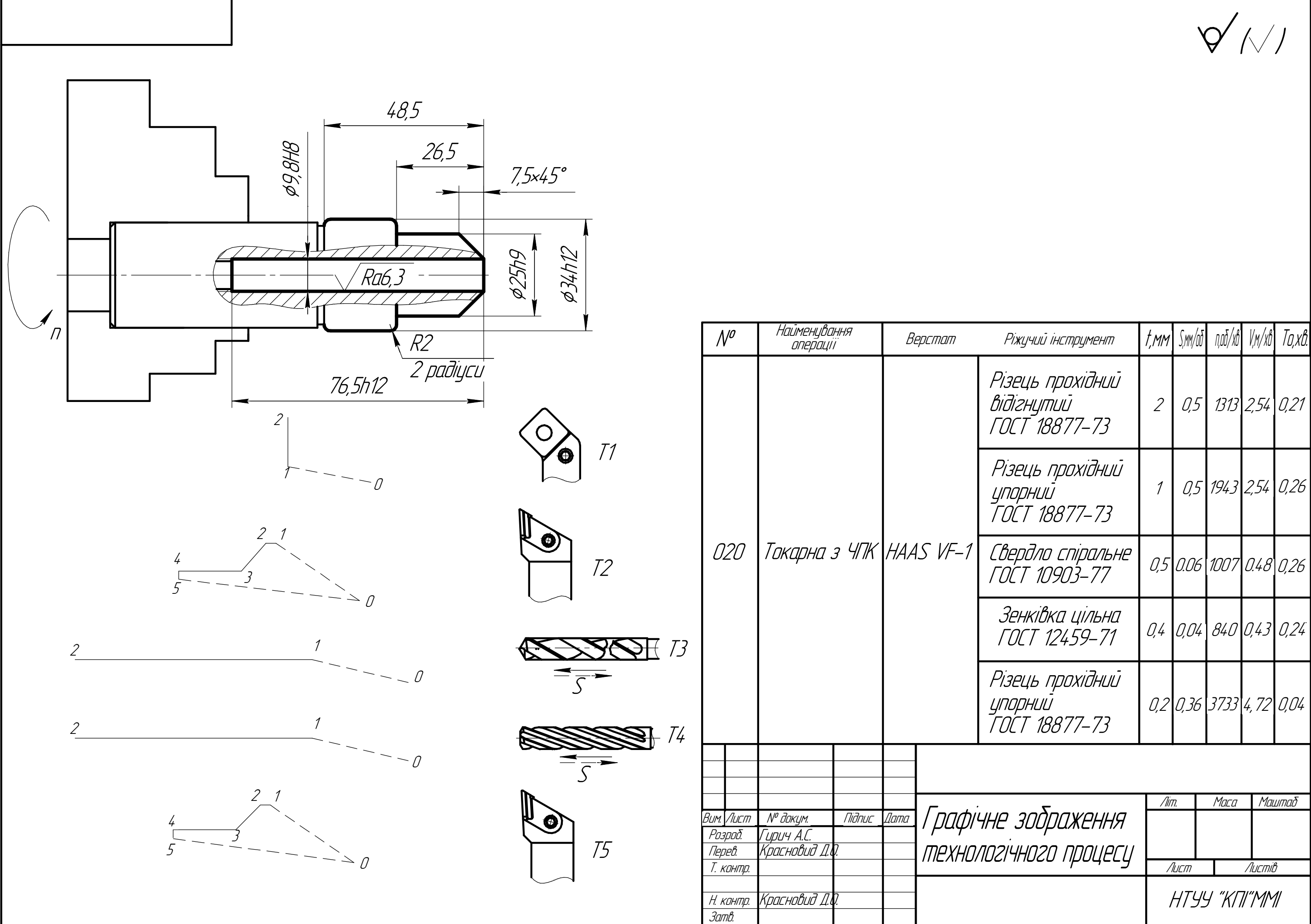
ДПБ.ММІ.МІ-п6104.03.003					Різальні пластины ЗМІННІ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Гурич А.С.	Красновид Д.О.					4:1
Пров.					Лист	Листов	1
Т.контр.					НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського" МІ-п61		
Н.контр.					Копіював		
Утв.					Формат А3		

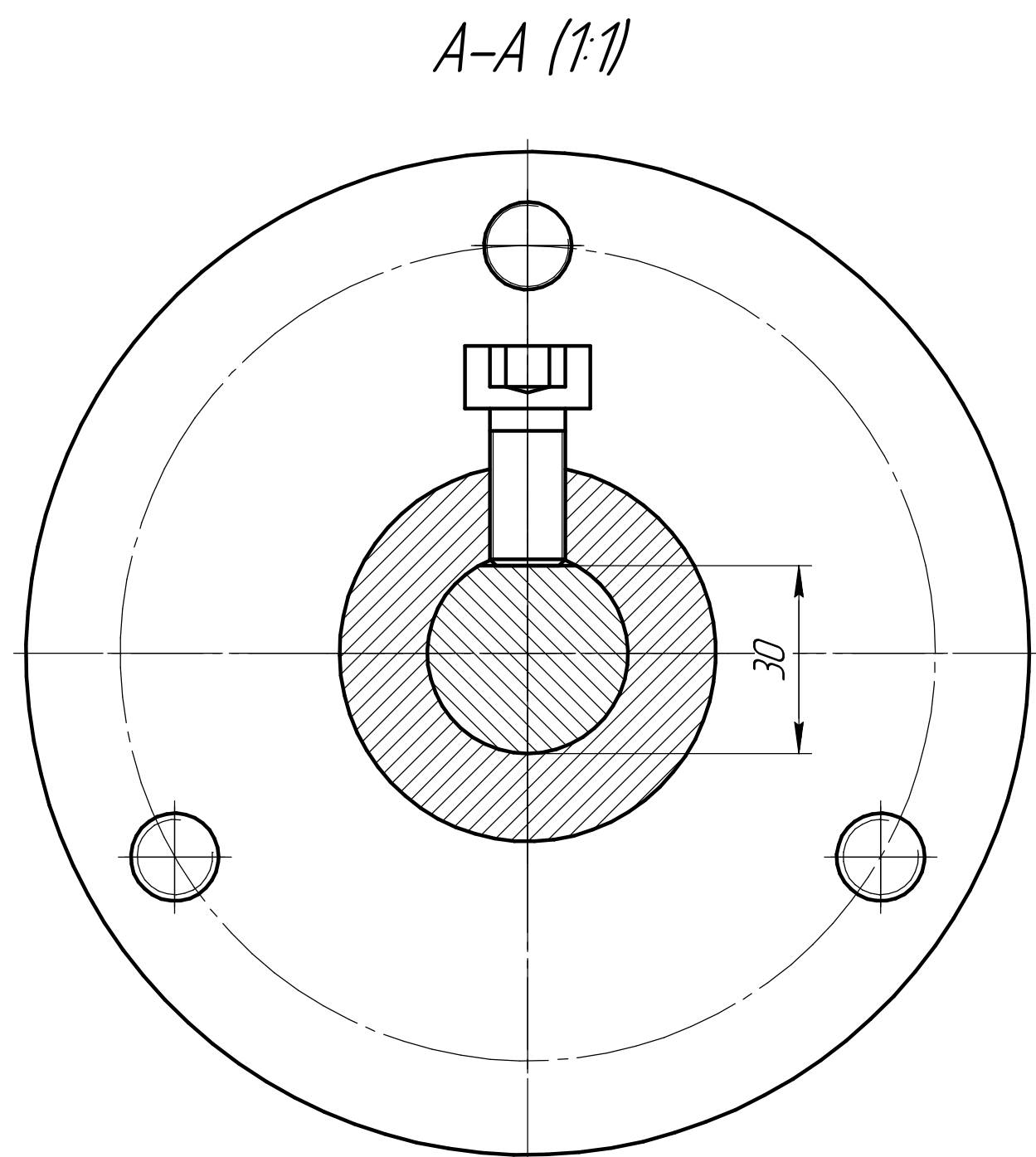
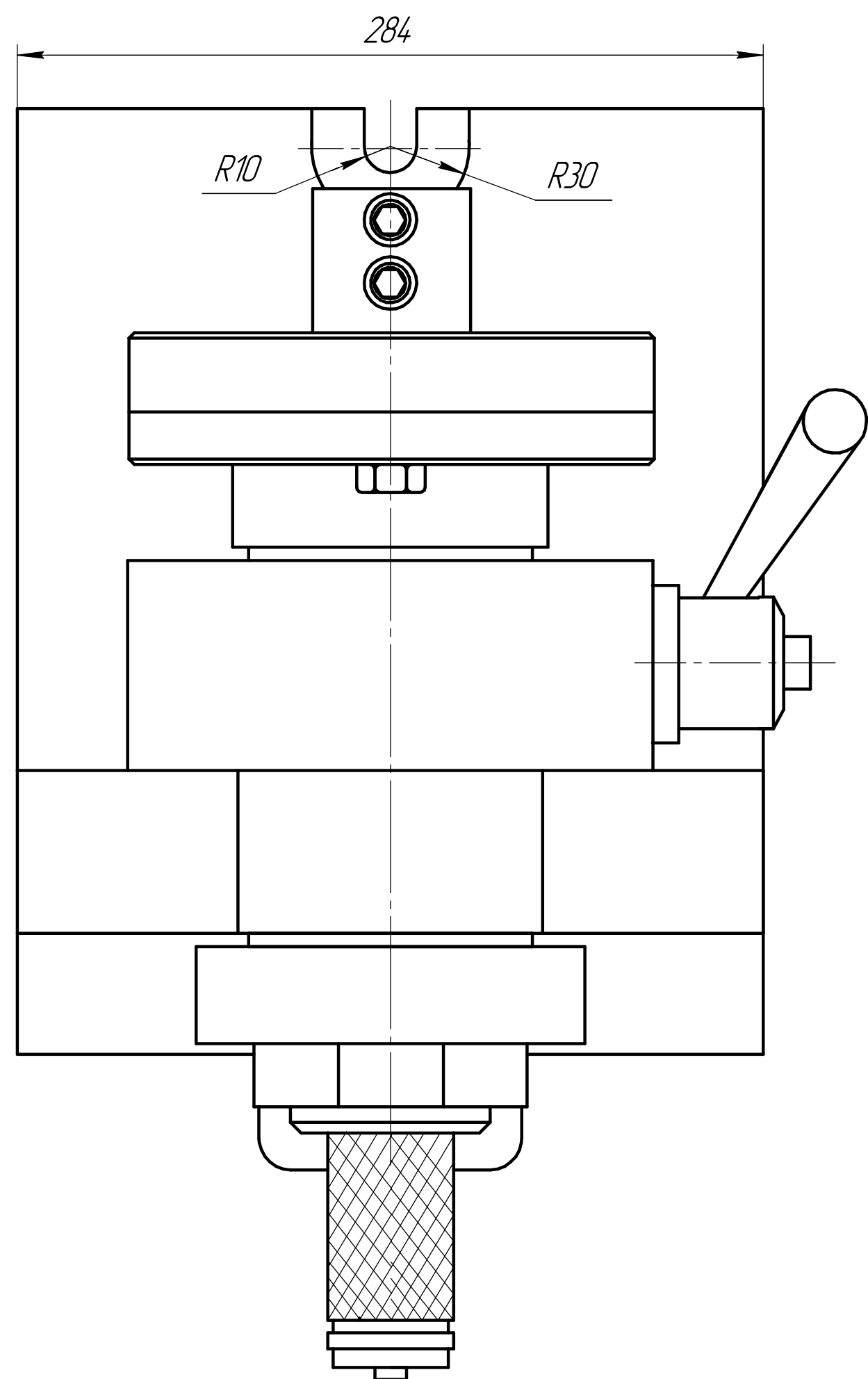
ДПБ.ММ.МІ-п6 104.04.004



Співвідсіність елементів 0,02

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Детали		
		1		Корпус	1	
		2		Свердло	1	
		3		Пластина	2	
		4		Гвинт М10х1,5-6дх35	1	
		5		Гвинт М10х1,5-6дх10	1	
		6		Гвинт М3х0,5-6дх7	1	
ДПБ.ММ.МІ-п6 104.04.004						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Складальне креслення	
Разраб.	Гурич А.С.					
Пров.	Красновид Д.О.				Лист 1	
Т.контр.						
Н.контр.					НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського"	
Утв.	Красновид Д.О.					
					МІ-п61	
Копировал					Формат А3	



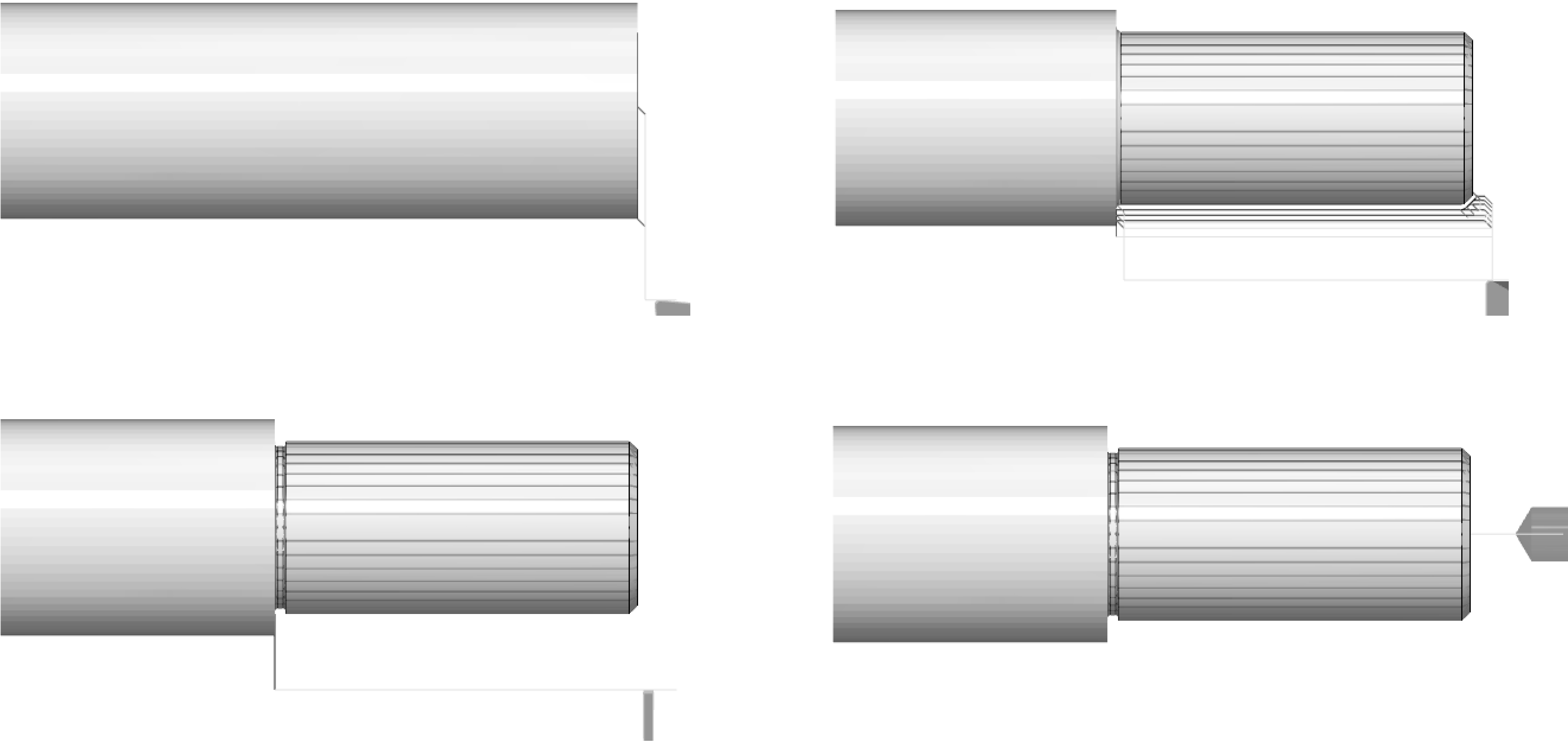


Формат Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
			<u>Документация</u>		
A1			Складальные кресления	1	
			<u>Детали</u>		
	1		Шпиндель	1	
	2		Плита	1	
	3		Купчик	1	
	4		Фланец	1	
	5		Гайка	1	
	6		Рукоятка	1	
	7		Штифт	1	
	8		Плунжер	1	
	9		Пружина	1	
	10		Рукоятка	1	
	11		Стальной втулки	1	
	13		Оправка	1	
	15		Подшипники коззання	1	
	17		Пазовий сухарь	2	
			<u>Стандартные изделия</u>		
	12		Болт М14 х 125-6g х 22 ГОСТ 7808-70	3	
	14		Болт М12 х 125-6g х 15 ГОСТ 7808-70	2	
	16		Шпалка ГОСТ 23360-78	1	

						<i>ДПБ.ММІ.МІ-п6 104.05.005</i>					
<i>Изм./Лист</i>	<i>№ докум.</i>		<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Ділільна головка</i>						
<i>Разряд</i>	<i>Григор А.С.</i>										
<i>Пров.</i>	<i>Красноярск Д.О.</i>										
<i>Уконтр.</i>											
<i>Нконтр.</i>					<i>Лист</i>		<i>Листов</i>		<i>1</i>		
<i>Утв.</i>	<i>Красноярск Д.О.</i>				<i>КПІ ім. Євдокського ММІ МІ-п61</i>						

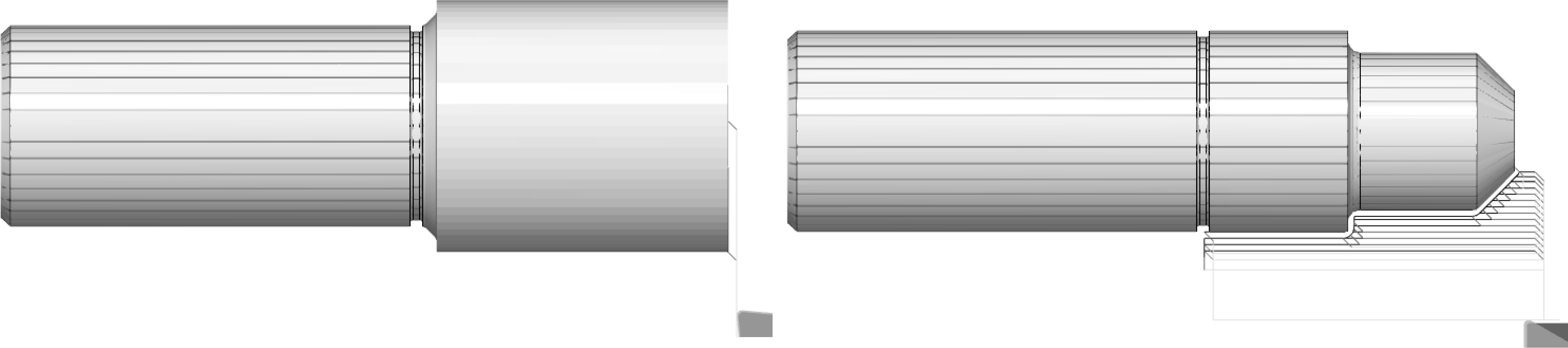
Керуюча програма на виготовлення корпусу свердла-зенківки

Процес обробки хвостовика



%	N33 G0 X60. Z5.	N62 G18 G3 X34. Z-4.544 I-1.268 K-1.268	N91 G97 S566 M3
O1001	N34 G50 S5000	N63 G1 X36.828 Z-3.13	N92 M9
N10 G98 G18	N35 G96 S107 M3	N64 G0 Z1.414	N93 G53 X0.
N11 G21	N36 G0 Z1.414	N65 X33.328	
N12 G50 S6000	N37 X41.803	N66 G1 X30.5 Z0. F0.127	(Single Groove1)
N13 M31	N38 G1 X40.828 F0.127	N67 Z-2.051	N94 M1
N14 G53 G0 X0.	N39 X38. Z0.	N68 X32.949 Z-3.275	N95 T1111
	N40 Z-68.044	N69 X33. Z-3.301	N96 G99
(Face1)	N41 X40.	N70 X35.828 Z-1.887	N97 M22
N15 T101	N42 X44.	N71 G0 Z1.414	N98 G97 S566 M3
N16 G99	N43 G0 Z1.414	N72 X31.828	N99 G54
N17 M22	N44 X38.828	N73 G1 X29. Z0. F0.127	N100 M8
N18 G97 S485 M3	N45 G1 X36. Z0. F0.127	N74 Z-1.435	N101 G0 X60. Z5.
N19 G54	N46 Z-68.044	N75 G3 X29.949 Z-1.775 I-0.794 K-1.609	N102 G50 S5000
N20 M8	N47 X38.	N76 G1 X31.5 Z-2.551	N103 G96 S107 M3
N21 G0 X70. Z5.	N48 X40.828 Z-66.63	N77 X34.328 Z-1.137	N104 G0 Z-69.25
N22 G50 S5000	N49 G0 Z1.414	N78 G0 Z-0.836	N105 G1 X30. F0.0508
N23 G96 S107 M3	N50 X36.828	N79 X30.833	N106 X60.
N24 G0 Z-0.836	N51 G1 X34. Z0. F0.127	N80 G1 X30.221 F0.127	N107 G0 Z5.
N25 X50.	N52 Z-4.539	N81 X27.392 Z-2.25	N108 G97 S566 M3
N26 G1 X42.828 F0.127	N53 Z-4.544	N82 X27.413	N109 M9
N27 X40. Z-2.25	N54 Z-68.044	N83 G3 X28.535 Z-2.482 K-0.794	N110 G53 X0.
N28 X-1.587	N55 X36.	N84 G1 X31.535 Z-3.982	
N29 X1.241 Z-0.836	N56 X38.828 Z-66.63	N85 G3 X32. Z-4.544 I-0.561 K-0.561	(Drill1)
N30 G0 X70.	N57 G0 Z1.414	N86 G1 Z-68.044	N111 M1
N31 Z5.	N58 X34.828	N87 X34.828 Z-66.63	N112 T202
N32 G97 S485 M3	N59 G1 X32. Z0. F0.127	N88 X36.	N113 G98
	N60 Z-2.801	N89 G0 X60.	N114 M22
(Profile2)	N61 X32.949 Z-3.275	N90 Z5.	N115 ...

Процес обробки робочої частини



Керуюча програма

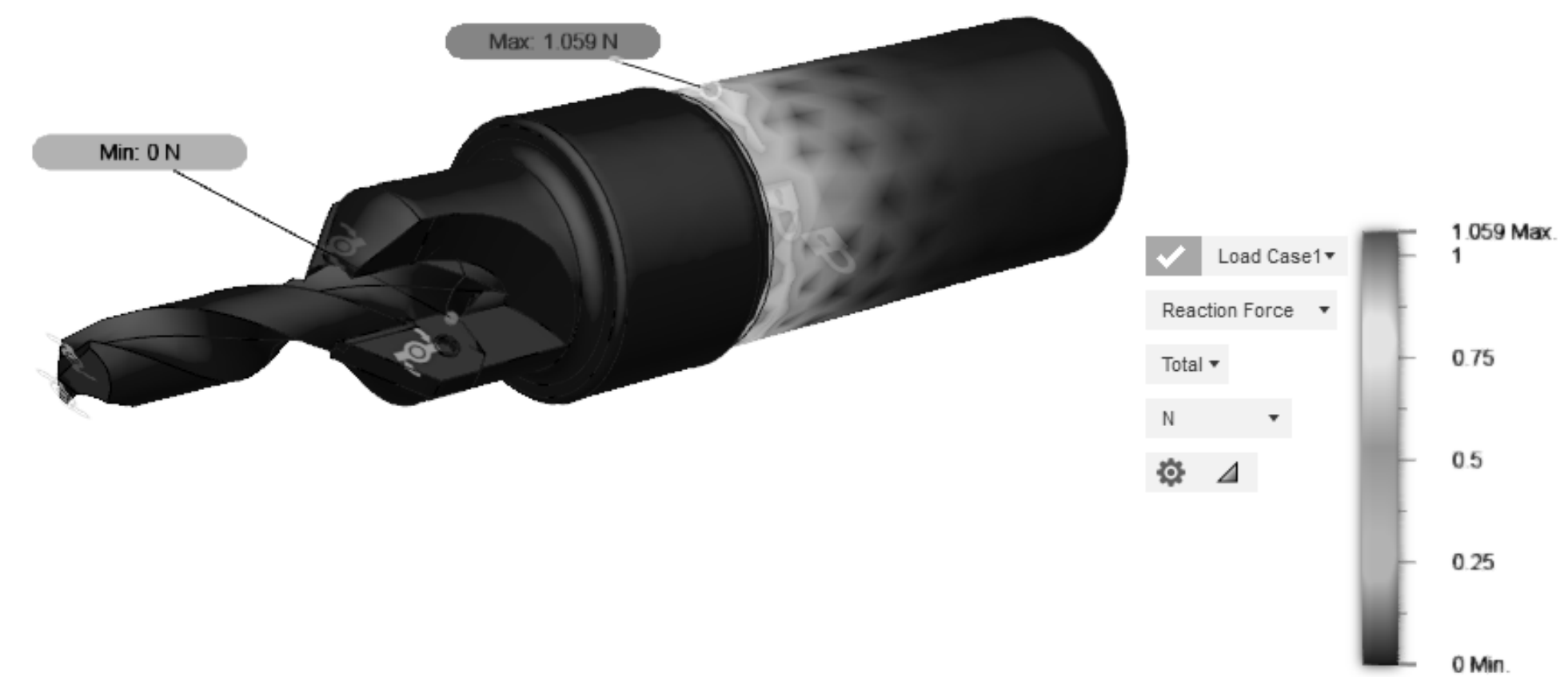
%	N26 G1 X42.828 F0.127
O1001	N27 X40. Z-2.25
N10 G98 G18	N28 X-1.587
N11 G21	N29 X1.241 Z-0.836
N12 G50 S6000	N30 G0 X70.
N13 M31	N31 Z5.
N14 G53 G0 X0.	N32 G97 S485 M3
	N33 M9
(Face1)	N34 G53 X0.
N15 T101	N35 G53 Z0.
N16 G99	N36 M30
N17 M22	%
N18 G97 S485 M3	
N19 G54	
N20 M8	
N21 G0 X70. Z5.	
N22 G50 S5000	
N23 G96 S107 M3	
N24 G0 Z-0.836	
N25 X50.	

Аналіз напружено-деформованого стану

Напруження інструменту під час обробки



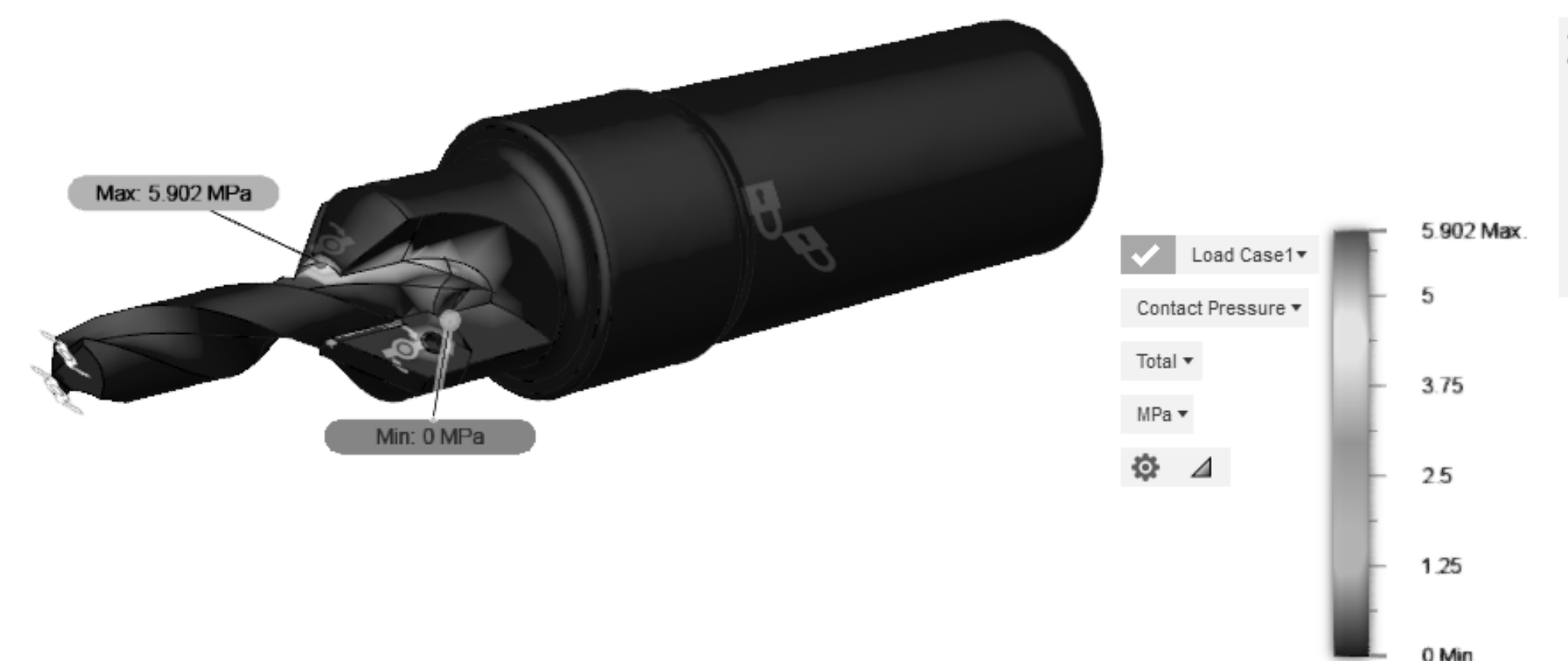
Тиск в зоні контакту свердла з корпусом



Деформація на зсув інструменту



Дія крутного моменту на інструмент Свердло-зенківка



Деформація на розтяг



При розрахунку напруження інструменту під час обробки було виявлено, що максимальне значення знаходиться в зоні обробки та становить 141,6 МПа, а мінімальне значення в зоні кріплення корпусу та становить 4,8 МПа.

При розрахунку деформації на зсув було виявлено, що максимальне значення становить 0,0198 мм

При розрахунку деформації на розтяг було виявлено, що максимальне значення становить 0,001525 мм

Також було виявлено максимальне значення тиску в зоні контакту сверла з корпусом, що становить 1,059 Н.